ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

СТБ МЭК 60439-1-2007

Низковольтные комплектные устройства распределения и управления

Часть 1

УСТРОЙСТВА, ПОДВЕРГАЕМЫЕ ИСПЫТАНИЯМ ТИПА ПОЛНОСТЬЮ ИЛИ ЧАСТИЧНО

Нізкавольтныя камплектныя ўстройствы размеркавання і кіравання

Частка 1

УСТРОЙСТВЫ, ЯКІЯ ПАДВЯРГАЮЦЦА ВЫПРАБАВАННЯМ ТЫПУ ПОЎНАСЦЮ АЛЬБО ЧАСТКОВА

(IEC 60439-1:2004, IDT)

Издание официальное

БЗ 1-2007



Госстандарт
Минск

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.316.345.027.2(083.74)(476) МКС 29.120.99 КП 03 IDT

Ключевые слова: устройства комплектные низковольтные, распределение, управление, степень защиты, зазоры, расстояния утечки, изоляция, испытания, требования, защита, провод

ОКП 34 4990
ОКП РБ 31.20.27.700

Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

1 ПОДГОТОВЛЕН научно-производственным республиканским унитарным предприятием «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС)
ВНЕСЕН Госстандартом Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 31 января 2007 г. № 5

3 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 60439-1:2004 «Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies» (МЭК 60439-1:2004 «Низковольтные комплектные устройства распределения и управления. Часть 1. Устройства, подвергаемые испытаниям типа полностью или частично»)
В настоящем стандарте текст изменения № 1 (2004 г.) выделен вертикальной линией на полях.
Международный стандарт разработан подкомитетом 17D технического комитета МЭК/ТК 17 «Коммутационная аппаратура и аппаратура управления».
Перевод с английского языка (en)
Официальные экземпляры международных стандартов, на основе которого подготовлен настоящий государственный стандарт, и стандартов, на которые даны ссылки, имеются в БелГИСС.
Степень соответствия – идентичная (IDT)

4 Настоящий государственный стандарт взаимосвязан с техническим регламентом ТР/001/BY «Низковольтное оборудование. Безопасность» и реализует его существенные требования безопасности.
Соответствие взаимосвязанному государственному стандарту обеспечивает выполнение существенных требований безопасности технического регламента.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ (с отменой на территории Республики Беларусь ГОСТ 22789-94 (МЭК 439-1-85) и ГОСТ 28668-90 (МЭК 439-1-85).

Настоящий стандарт не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госстандарта Республики Беларусь

Издан на русском языке

Содержание

1 Общие положения 1
1.1 Область применения и цели 1
1.2 Нормативные ссылки 1
2 Термины и определения 3
2.1 Общие положения 3
2.2 Структурные блоки устройств 5
2.3 Внешняя конструкция устройств 5
2.4 Структурные части устройств 6
2.5 Условия установки устройств 7
2.6 Защитные меры от поражения электрическим током 7
2.7 Проходы внутри устройств 8
2.8 Электронные функции 8
2.9 Координация изоляции 8
2.10 Токи короткого замыкания 9
3 Классификация устройств 10
4 Электрические характеристики устройств 10
4.1 Номинальные напряжения 10
4.2 Номинальный ток (I_n) (цепи устройства) 11
4.3 Номинальный кратковременный выдерживаемый ток (I_{cw}) (цепи устройства) 11
4.4 Номинальный пиковый выдерживаемый ток (I_{pk}) (цепи устройства) 11
4.5 Номинальный условный ток короткого замыкания (I_{cc}) (цепи устройства) 11
4.6 Номинальный ток короткого замыкания плавкого предохранителя (I_{cf}) 11
4.7 Номинальный коэффициент разновременности 11
4.8 Номинальная частота 12
5 Информация для потребителя 12
5.1 Паспортная табличка 12
5.2 Маркировка 13
5.3 Инструкции по установке, эксплуатации и техническому обслуживанию 13
6 Условия эксплуатации 13
6.1 Нормальные условия эксплуатации 13
6.2 Особые условия эксплуатации 14
6.3 Условия при транспортировании, хранениии и установке 15
7 Проектирование и конструирование 15
7.1 Механическая конструкция 15
7.2 Корпус и степень защиты 18
7.3 Значения превышения температуры 19
7.4 Защита от поражения электрическим током 20
7.5 Защита от короткого замыкания и выдерживаемое сопротивление короткого замыкания 26
7.6 Комплектующие элементы и компоненты, встроенные в устройства 29
7.7 Внутреннее разделение устройств барьерами или перегородками 33
7.8 Электрические соединения внутри устройства: шины и изолированные проводники 34

7.9 Требования к цепям питания электронного оборудования 35
7.10 Электромагнитная совместимость (ЭМС) 36
7.11 Описание типов электрических соединений функциональных блоков 38
8 Технические требования к испытаниям 38
8.1 Классификация испытаний 38
8.2 Испытания типа 39
8.3 Контрольные испытания 52
Приложение A (обязательное) Минимальные и максимальные поперечные сечения медных проводников, пригодных для присоединения (см. 7.1.3.2) 56
Приложение B (обязательное) Метод расчета площади поперечного сечения защитных проводников относительно термических напряжений, возникающих при кратковременных токах 57
Приложение C (исключено) 58
Приложение D (справочное) Формы внутренних разделений (см. 7.7) 59
Приложение E (справочное) Вопросы, подлежащие согласованию между изготовителем и потребителем 61
Приложение F (справочное) Измерение расстояний утечки и зазоров 62
Приложение G (справочное) Корреляция между номинальным напряжением систем питания и номинальным импульсным выдерживаемым напряжением оборудования 67
Приложение H (справочное) Электромагнитная совместимость (ЭМС) 68
Библиография 72

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Низковольтные комплектные устройства распределения и управления
Часть 1
УСТРОЙСТВА, ПОДВЕРГАЕМЫЕ ИСПЫТАНИЯМ ТИПА ПОЛНОСТЬЮ ИЛИ ЧАСТИЧНО

Нізкавольтныя камплектныя ўстройствы размеркавання і кіравання
Частка 1
УСТРОЙСТВЫ, ЯКІЯ ПАДВЯРГАЮЦЦА ВЫПРАБАВАННЯМ ТЫПУ ПОЎНАСЦЮ АЛЬБО ЧАСТКОВА

Low-voltage switchgear and controlgear assemblies
Part 1. Type-tested and partially type-tested assemblies

Дата введения 2007-07-01

1 Общие положения

1.1 Область применения и цели

Настоящий стандарт распространяется на низковольтные комплектные устройства распределения и управления (устройства, подвергаемые испытаниям типа полностью (ТТА), и устройства, подвергаемые испытаниям типа частично (РТТА), номинальное напряжение которых на частоте не более 1000 Гц не превышает 1000 В переменного тока или 1500 В постоянного тока.

Настоящий стандарт распространяется также на устройства, включающие контрольное и/или силовое оборудование, работающее при более высоких частотах. В этом случае должны применяться соответствующие дополнительные требования.

Настоящий стандарт распространяется на стационарные или передвижные устройства с корпусом или без корпуса.

Примечание – Дополнительные требования для определенных видов устройств содержатся в дополнительных стандартах МЭК.

Настоящий стандарт распространяется на устройства, предназначенные для использования в цепях при выработке, передаче, распределении и преобразовании электрической энергии и/или для контроля оборудования, потребляющего электрическую энергию.

Он также распространяется на устройства, спроектированные для использования в специальных условиях эксплуатации, например на кораблях, в железнодорожном транспорте, в подъемном оборудовании или во взрывоопасных средах, а также в бытовых (управляемых неопытными лицами) приборах при условии, что соблюдаются соответствующие требования.

Настоящий стандарт распространяется также на устройства, спроектированные для электрического оборудования машин. Однако дополнительные требования МЭК 60204-1 должны выполняться, если это применимо.

Настоящий стандарт не распространяется на единичные устройства и автономные компоненты, такие как автомобильные стартеры, выключатели с плавкими предохранителями, электронное оборудование и т. д., отвечающие требованиям соответствующих стандартов.

Настоящий стандарт устанавливает определения, условия эксплуатации, конструктивные требования, технические характеристики и испытания для устройств распределения и управления.

1.2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте необходимо применять ссылочные документы, приведенные ниже. Для датированных ссылок применяют только приведенное издание. Для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа (включая все его изменения).

МЭК 60038:1983 Эталонное напряжение МЭК

МЭК 60050(441):1984 Международный электротехнический словарь. Аппаратура распределения, аппаратура управления и предохранители

Издание официальное

МЭК 60050(471):1984 Международный электротехнический словарь. Глава 471. Изоляторы

МЭК 60050(604):1987 Международный электротехнический словарь. Глава 604. Производство, передача и распределение электроэнергии. Эксплуатация

МЭК 60060 Методы испытаний высоким напряжением

МЭК 60071-1:1976 Координация изоляции. Часть 1. Определения, принципы и правила

МЭК 60073:1996 Основные принципы обеспечения безопасности взаимодействия человека и машины, маркировка и идентификация. Принципы кодирования индикаторов и силовых приводов

МЭК 60099-1:1991 Разрядники грозовые. Часть 1. Разрядники с нелинейными резисторами для систем переменного тока

МЭК 60112:1979 Метод определения сравнительного и контрольного индексов трекингостойкости твердых изоляционных материалов во влажной среде

МЭК 60146-2:1974 Преобразователи полупроводниковые. Часть 2. Полупроводниковые преобразователи с естественной коммутацией

МЭК 60158-2:1982 Аппараты управления низковольтные. Часть 2. Полупроводниковые контакторы (твердотельные)

МЭК 60204-1:1997 Безопасность машин. Электрооборудование машин и механизмов. Часть 1. Общие требования

МЭК 60227-3:1993 Кабели с поливинилхлоридной изоляцией на номинальные напряжения до 450/750 В включительно. Часть 3. Кабели без оболочки для стационарной прокладки

МЭК 60227-4:1992 Кабели с поливинилхлоридной изоляцией на номинальные напряжения до 450/750 В включительно. Часть 4. Кабели в оболочке для неподвижной прокладки

МЭК 60245-3:1994 Кабели с резиновой изоляцией. Номинальные напряжения до 450/750 В включительно. Часть 3. Кабели с нагревостойкой кремнийорганической изоляцией

МЭК 60245-4:1994 Кабели с резиновой изоляцией. Номинальные напряжения до 450/750 В включительно. Часть 4. Шнуры и гибкие кабели

МЭК 60269 Предохранители плавкие низковольтные

МЭК 60364-3:1993 Электрические установки зданий. Часть 3. Оценка общих характеристик

МЭК 60364-4-41:1992 Электрические установки зданий. Часть 4. Защита, обеспечивающая безопасность. Глава 41. Защита от поражения электрическим током

МЭК 60364-4-443:1995 Электрические установки зданий. Часть 4. Защита, обеспечивающая безопасность. Глава 44. Защита от перенапряжений. Раздел 443. Защита от перенапряжений атмосферного или возникающих при переключении*

МЭК 60364-4-46:1981 Электрические установки зданий. Часть 4. Защита, обеспечивающая безопасность. Глава 46. Разъединение и переключение

МЭК 60364-5-54:1980 Электрические установки зданий. Часть 5. Выбор и установка электрооборудования. Глава 54. Заземляющие устройства и защитные проводники

МЭК 60417 (все части) Графические символы для использования на оборудовании

МЭК 60445:1988 Обозначение зажимов оборудования и концов маркируемых проводов и общие правила для буквенно-цифровой системы обозначения

МЭК 60446:1989 Цветовая и цифровая маркировка проводов

МЭК 60447:1993 Интерфейс человек-машина. Принципы действия

МЭК 60502:1994 Кабели заформованные твердые диэлектрические изолированные мощные для номинальных напряжений от 1 кВ до 30 кВ

МЭК 60529:1989 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (IP Code)

МЭК 60664-1:1992 Координация изоляции для оборудования низковольтных систем. Часть 1. Основные требования и испытания

МЭК 60695-2-10:2000 Испытание на пожароопасность. Часть 2-10. Методы испытаний раскаленной/горячей проволокой. Установка с раскаленной проволокой и общие методы испытаний

МЭК 60695-2-11:2000 Испытание на пожароопасность. Часть 2-11. Методы испытаний раскаленной/горячей проволокой. Испытания конечной продукции на воспламеняемость раскаленной проволокой

МЭК 60865 (все части) Расчет эффектов токов короткого замыкания

МЭК 60890:1987 Метод оценки с помощью экстраполяции повышения температуры узлов низковольной аппаратуры распределения и управления, подвергшихся частичным типовым испытаниям

---

* Имеется объединенное издание 2.1 (1999), которое включает МЭК 60364-4-443 (1995) и его поправку 1 (1998).

МЭК 60947-1:1988 Блоки низковольтных переключателей и контрольных установок. Часть 1. Общие правила

МЭК 60947-3:1999 Низковольтное коммутационное и контрольное оборудование. Часть 3. Выключатели, переключатели, рубильники и блоки предохранителей

МЭК 60947-4-1:1990 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 4. Контакторы и пускатели электродвигателей. Раздел 1. Электромеханические контакторы и пускатели электродвигателей

МЭК 61000-3-2:2000 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 3-2. Ограничения для эмиссий синусоидального тока (оборудование для входного тока < I = 16 А на каждой фазе)

МЭК 61000-4-2:1995 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4. Методы испытаний и измерений. Раздел 2. Испытания на устойчивость к электростатическим разрядам

МЭК 61000-4-3:2002 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4. Методы испытаний и измерений. Раздел 3. Испытание на устойчивость к радиочастотным и электромагнитным полям

МЭК 61000-4-4:1995 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4. Методы испытаний и измерений. Раздел 4. Испытания на устойчивость к наносекундным импульсным помехам

МЭК 61000-4-5:1995 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4. Методы испытаний и измерений. Раздел 5. Испытания на устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии

МЭК 61000-4-6:2003 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4. Методы испытаний и измерений. Раздел 6. Испытание на устойчивость к помехам, наведенным радиочастотными полями

МЭК 61000-4-8:1993 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4. Методы испытаний и измерений. Раздел 8. Испытания на устойчивость к магнитным полям промышленной частоты

МЭК 61000-4-11:1994 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4. Методы испытаний и измерений. Раздел 11. Испытания на устойчивость к провалам, коротким прерываниям и изменениям напряжения

МЭК 61000-4-13:2002 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-13. Методы испытаний и измерений. Испытание на помехоустойчивость к воздействию гармоник и межгармоник, включая передачу сигналов от сети электропитания переменного тока

МЭК 61000-6-3:1996 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-3. Общие стандарты. Стандарт на помехоэмиссию для жилых и торговых зон и зон с небольшими производственными предприятиями

МЭК 61000-6-4:1997 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6. Групповые родственные стандарты. Раздел 4. Стандарт на излучения для промышленности и окружающей среды

МЭК 61082 (все части) Документы, используемые в электротехнике

МЭК 61117:1992 Метод оценки напряжения, которое выдерживают цепи короткого замыкания для устройств, подвергаемых частичным типовым испытаниям

МЭК 61346-1:1996 Промышленные системы, установки, оборудование и промышленные изделия. Принципы структуриризации и условные обозначения. Часть 1. Основные правила

СИСПР 11:1997 Промышленное, научное и медицинское (ISM) радиочастотное оборудование. Характеристики электромагнитных помех. Пределы и методы измерения (Изменение № 1 (1999)

2 Термины и определения

В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями, установленные в МЭК 60439-1, со следующими дополнениями и изменениями.

Примечание – Некоторые определения данного пункта приведены без изменений или изменены в соответствии с аналогичными определениями МЭК 60050 (МЭС) или других изданий МЭК.

2.1 Общие положения

2.1.1 низковольтное комплектное устройство распределения и управления (low-voltage switchgear and controlgear assembly (assembly): Совокупность одного или нескольких низковольтных комплектных устройств со связанным управляющим, измерительным, сигнальным, защитным, регулирующим оборудованием и т. д. и со всеми внутренними электрическими и механическими соединениями и структурными частями, которое полностью собрано изготовителем, ответственным за сборку (см. 2.4).

Примечание 1 – В настоящем стандарте сокращение «устройство» используется для обозначения низковольтных комплектных устройств распределения и управления.

Примечание 2 – Компоненты устройств могут быть электромеханические или электронные.

Примечание 3 – По различным причинам, например из-за транспортирования или изготовления, некоторые этапы сборки могут быть выполнены вне изготовителя.

2.1.1.1 низковольтное комплектное устройство распределения и управления, подвергаемое испытаниям типа полностью (ТТА) (type-tested low-voltage switchgear and controlgear assembly (TTA): Низковольтное комплектное устройство распределения и управления, подвергаемое испытаниям типа и соответствующее одному из установленных типов или систем без отклонений, которые значительно влияют на функционирование, проверенные в соответствии с настоящим стандартом.

Примечание 1 – В настоящем стандарте аббревиатура (ТТА) используется для обозначения низковольтного комплектного устройства распределения и управления, которое подвергается испытаниям типа полностью.

Примечание 2 – По различным причинам, например из-за транспортирования или изготовления, некоторые этапы сборки могут быть осуществлены вне изготовителя ТТА. Такое устройство рассматривается как ТТА при условии, что сборка осуществляется в соответствии с инструкциями изготовителя таким образом, что гарантируется соответствие установленного типа или системы этому стандарту, включая предоставление на соответствующие контрольные испытания.

2.1.1.2 низковольтное комплектное устройство распределения и управления, подвергаемое испытаниям типа частично (PTTA) (partially type-tested low-voltage switchgear and controlgear assembly (PTTA): Низковольтное комплектное устройство распределения и управления, подвергаемое испытаниям типа частично и не подвергаемое испытаниям типа при условии, что последние получены (например, путем расчетов) от устройств, подвергаемых испытаниям типа, которые соответствуют требуемым испытаниям (см. таблицу 7).

Примечание – В настоящем стандарте аббревиатура (PTTA) используется для обозначения низковольтного комплектного устройства распределения и управления, которое подвергается испытаниям типа частично.

2.1.2 главная цепь (устройства) (main circuit (of an assembly): Все токопроводящие части устройства, включенные в цепь, которая предназначена для передачи электроэнергии (МЭС 441-13-02).

2.1.3 вспомогательная цепь (устройства) (auxiliary circuit (of an assembly): Все токопроводящие части устройства, включенные в цепь, предназначенную для управления, измерения, сигнализации, регулирования, обработки и передачи данных и т. д. и не являющуюся главной цепью (МЭС 441-13-02 с изменениями).

Примечание – Вспомогательные цепи устройства включают цепь управления и вспомогательную цепь коммутационных аппаратов.

2.1.4 сборная шина (busbar): Проводник низкого сопротивления, к которому могут присоединяться несколько отдельных электрических цепей.

Примечание – Термин «сборная шина» не предполагает геометрическую форму, размер или габариты проводника.

2.1.4.1 главная сборная шина (main busbar): Сборная шина, к которой могут быть присоединены распределительные сборные шины и/или входные и выходные блоки.

2.1.4.2 распределительная сборная шина (distribution busbar): Сборная шина, которая одним сечением присоединена к главной сборной шине и от которой питаются выходные блоки.

2.1.5 функциональный блок (functional unit): Часть устройства, содержащая все электрические и механические элементы и обеспечивающая выполнение одной функции.

Примечание – Проводники, которые присоединены к функциональному блоку, но находятся вне его корпуса, или заключены в защитное пространство (например, вспомогательные кабели, подсоединенные к общему корпусу), не рассматриваются как часть функционального блока.

2.1.6 входной блок (incoming unit): Функциональный блок, посредством которого обычно в устройство подается электрическая энергия.

2.1.7 выходной блок (outgoing unit): Функциональный блок, посредством которого обычно одна или несколько выходных цепей питаются электрической энергией.

2.1.8 функциональная группа (functional group): Группа нескольких функциональных блоков, которые электрически взаимосвязаны для выполнения своих эксплуатационных функций.

2.1.9 испытательное состояние (test situation): Состояние устройства или его части, в котором соответствующие главные цепи разомкнуты с питающей стороны, но не обязательно разъединены, в то время как связанные вспомогательные цепи соединены, что позволяет проводить испытания функционирования встроенных элементов.

2.1.10 состояние разъединения (isolated situation): Состояние устройства или его части, в котором соответствующие главные цепи и связанные вспомогательные цепи разъединены.

2.1.11 состояние соединения (connected situation): Состояние устройства или его части, в котором соответствующая главная цепь и связанные вспомогательные цепи соединены для нормального функционирования.

2.2 Структурные блоки устройств (constructional units of asseblies)

2.2.1 секция (section): Структурный блок устройства между двумя последовательными вертикальными линиями ограничения.

2.2.2 подсекция (sub-section): Структурный блок устройства между двумя последовательными горизонтальными линиями ограничения в пределах секции.

2.2.3 отделение (compartment): Закрытая секция или подсекция, за исключением отверстий, необходимых для присоединения, управления или вентиляции.

2.2.4 транспортный блок (transport unit): Устройство или его часть, пригодные для перевозки груза без демонтажа.

2.2.5 неподвижная часть (fixed part): Часть, состоящая из компонентов, собранных и установленных на общей базе, сконструированной для стационарной установки (см. 7.6.3).

2.2.6 съемная часть (removable part): Часть, которая может быть полностью снята с устройства и заменена, даже если электрическая цепь, к которой она подсоединена, находится под напряжением.

2.2.7 выдвижная часть (withdrawable part): Съемная часть, которая может быть перемещена из положения соединения в положение разъединения и в испытательное положение, если это применимо, оставаясь механически присоединенной к устройству.

2.2.8 положение соединения (connected position): Положение съемной или выдвижной части, когда она полностью присоединена для выполнения назначенной функции.

2.2.9 испытательное положение (test position): Положение выдвижной части, при котором главные цепи разомкнуты с питающей стороны, но не обязательно разъединены, и в котором присоединены вспомогательные цепи, позволяющие проводить испытания функционирования выдвижной части, в то время как эта часть остается механически подсоединенной к устройству.

Примечание – Разомкнутое положение может быть также достигнуто без механического воздействия на выдвижную часть посредством функционирования соответствующего устройства.

2.2.10 положение разъединения (isolated position): Положение выдвижной части, при котором в главных или вспомогательных цепях с питающей стороны устанавливается изолирующий промежуток (см. 7.1.2.2.), в то время как выдвижная часть остается механически подсоединенной к устройству.

Примечание – Изолирующий промежуток может быть также установлен без механического воздействия на выдвижную часть посредством функционирования соответствующего устройства.

2.2.11 положение снятия (removed position): Положение съемной или выдвижной части, когда она механически и электрически отделена от устройства и находится снаружи устройства.

2.2.12 электрические соединения функциональных блоков (electrical connections of functional units)

2.2.12.1 неразъемное соединение (fixed connection): Соединение, которое присоединяется или разъединяется при помощи инструмента.

2.2.12.2 разъемное соединение (disconnectable connection): Соединение, которое присоединяется или разъединяется при помощи соединения вручную без инструментов.

2.2.12.3 выдвижное соединение (withdrawable connection): Соединение, которое присоединяется или разъединяется посредством приведения функционального блока в состояние соединения или разъединения.

2.3 Внешняя конструкция устройств (external design of assemblies)

2.3.1 устройство открытого типа (open-type assembly): Устройство, состоящее из несущей конструкции, которая поддерживает электрическое оборудование, токоведущие части электрического оборудования, которые являются доступными.

2.3.2 устройство без токоведущих частей на лицевой стороне (dead-front assembly): Устройство открытого типа с покрытием лицевой стороны, которое обеспечивает степень защиты с лицевой стороны. Токоведущие части могут быть доступны с других сторон.

2.3.3 закрытое устройство (enclosed assembly): Устройство, которое закрыто со всех сторон, за исключением его поверхности для монтажа, если это необходимо, таким образом, чтобы обеспечить степень защиты.

2.3.3.1 устройство кубического типа (cubicle-type assembly): Закрытое устройство напольного типа, которое может включать в себя несколько секций, подсекций или отделений.

2.3.3.2 устройство мультикубического типа (multi-cubicle-type assembly): Комбинация нескольких механически соединенных устройств кубического типа.

2.3.3.3 устройство настольного типа (desk-type assembly): Закрытое устройство с горизонтальной или наклонной панелью управления, в которое встроены приборы управления, измерения, сигнализации и т. д.

2.3.3.4 устройство коробочного типа (box-type assembly): Закрытое устройство, предназначенное для установки на вертикальные поверхности.

2.3.3.5 устройство мультикоробочного типа (multi-box-type assembly): Комбинация механически соединенных устройств коробчатого типа с общей несущей конструкцией или без нее, при этом электрические соединения проходят между двумя смежными коробками через отверстия в смежных поверхностях.

2.3.4 система сборных шин (шинопровод) (busbar trunking system (busway): Устройство, подвергаемое испытаниям типа полностью в виде проводящей системы, включающей сборные шины, которые расположены с промежутками в изоляционном материале кабельного канала, желоба или подобного корпуса [МЭС 441-12-07 с изменениями].

Устройство может состоять из блоков, таких как:

– блоки сборных шин с ответвительными устройствами или без них;

– блоки фазового преобразования, расширения, гибкости, питания и адаптации;

– блоки ответвителей.

Примечание – Термин «сборная шина» не предполагает геометрическую форму, размер или габариты проводника.

2.4 Структурные части устройств (structural parts of assemblies)

2.4.1 несущая конструкция (supporting structure): Конструкция, являющаяся частью устройства, спроектированная для поддержания различных компонентов устройства и корпуса, если он есть.

2.4.2 конструкция для монтажа (mounting structure): Конструкция, не являющаяся частью устройства, спроектированная для поддержания закрытого устройства.

2.4.3 монтажная плита (mounting plate)*: Плита, спроектированная для поддержания различных компонентов и пригодная для установки в устройство.

2.4.4 монтажная рама (mounting frame)*: Рама, спроектированная для поддержания различных компонентов и пригодная для установки в устройство.

2.4.5 корпус (enclosure): Кожух, обеспечивающий соответствующий тип и степень защиты для назначенного использования [МЭС 195-02-35].

2.4.6 крышка (cover): Часть внешнего корпуса устройства.

2.4.7 дверка (door): Навесная или сдвигаемая крышка.

2.4.8 съемная крышка (removable cover): Крышка, которая спроектирована для закрывания отверстия во внешнем корпусе и которая может быть снята для проведения определенных операций или работ по техническому обслуживанию.

2.4.9 накладка крышки (cover plate): Часть устройства, обычно коробочного типа (см. 2.3.3.4), которая используется для закрытия отверстия во внешнем корпусе и спроектирована для удержания на месте винтами или подобными средствами. Накладка крышки обычно не снимается после ввода оборудования в эксплуатацию.

Примечание – Накладка крышки может обеспечиваться вместе с кабельными вводами.

2.4.10 перегородка (partition): Часть корпуса отделения, отделяющая его от других отделений.

2.4.11 защитный экран (от электричества) (electrically) protective barrier): Часть, обеспечивающая защиту от прямого контакта в любом направлении доступа [МЭС 195-06-15].

2.4.12 защитная преграда (от электричества) (electrically) protective obstacle): Часть, предотвращающая непреднамеренный прямой контакт, но не предотвращающая прямой контакт при умышленном действии [МЭС 195-06-16].

2.4.13 затвор (shutter): Часть, которая может быть помещена:

– в положение, при котором возможно соприкосновение контактов съемных или выдвижных частей с неподвижными контактами;

– в положение, при котором она становится частью крышки или перегородки, ограждающей неподвижные контакты [МЭС 441-13-07 с изменениями].

2.4.14 кабельный ввод (cable entry): Часть с отверстиями, которые позволяют проведение кабелей в устройство.

Примечание – Кабельный ввод может одновременно служить для заделки конца кабеля.

---

* Если эти структурные части встроены в аппарат, они могут создавать автономные устройства.

2.4.15 дополнительные пространства (spare spaces)

2.4.15.1 свободное пространство (free space): Незаполненная часть секции.

2.4.15.2 необорудованное пространство (unequipped space): Часть секции, включающая только сборные шины.

2.4.15.3 частично оборудованное пространство (partially equipped space): Часть секции, полностью оборудованная, за исключением функциональных блоков. Функциональные блоки, которые могут быть установлены, определяются рядом модулей и размером.

2.4.15.4 полностью оборудованное пространство (fully equipped space): Часть секции, полностью оборудованная функциональными блоками, не предназначенными для специфического использования.

2.4.16 закрытое защищенное пространство (enclosed protected space): Часть устройства, предназначенная для защиты электрических компонентов и которая обеспечивает установленную защиту от внешних воздействий и контакта с токоведущими частями.

2.4.17 блокирующее устройство ввода (insertion interlock): Устройство, предотвращающее введение съемной или выдвижной части в местоположение, не предназначенное для этих частей.

2.5 Условия установки устройств (conditions of installation of assemblies)

2.5.1 устройство для установки внутри помещения (assembly for indoor insallation): Устройство, которое спроектировано для использования в местах, где выполняются обычные условия эксплуатации внутри помещения, как установлено в 6.1 настоящего стандарта.

2.5.2 устройство для установки вне помещения (assembly for outdoor insallation): Устройство, которое спроектировано для использования в обычных условиях эксплуатации вне помещения, как установлено в 6.1 настоящего стандарта.

2.5.3 стационарное устройство (stationary assembly): Устройство, которое спроектировано для установки на место в неподвижном состоянии, например на полу или стене, и которое должно использоваться в данном месте.

2.5.4 передвижное устройство (movable assembly): Устройство, которое спроектировано таким образом, что оно может быть легко перемещено из одного места использования в другое.

2.6 Защитные меры от поражения электрическим током (protective measures with regard to electric shock)

2.6.1 токоведущая часть (live part): Проводник или токопроводящая часть, предназначенная для проведения тока при нормальном использовании, включая нулевой рабочий проводник, кроме PEN проводника, в соответствии с соглашением [МЭС 826-03-01].

Примечание – Этот термин не обязательно подразумевает риск поражения электрическим током.

2.6.2 открытая токопроводящая часть (exposed conductive part): Токопроводящая часть электрического оборудования, доступная прикосновению, которая обычно не находится под напряжением, но может оказаться под напряжением в условиях сбоя [МЭС 826-03-02 с изменениями].

2.6.3 нулевой защитный проводник (обозначение: PE) (protective conductor (identification: PE): Проводник, устанавливаемый для целей безопасности, например для защиты от поражения электрическим током [МЭС 195-02-09].

Примечание – Например, защитный проводник может соединять следующие части:
– открытые токопроводящие части;
– внешние токопроводящие части;
– главный зажим заземления;
– заземляющий электрод;
– заземленная точка источника питания или искусственной нейтрали.

2.6.4 нулевой рабочий проводник (neutral conductor): Проводник, присоединенный к нейтральной точке и способствующий распределению электрической энергии [МЭС 195-02-06].

2.6.5 PEN-проводник (PEN conductor): Проводник, объединяющий функции нулевого защитного проводника и нулевого рабочего проводника [МЭС 195-02-12].

2.6.6 ток повреждения (fault current): Ток, возникающий в результате повреждения или короткого замыкания изоляции.

2.6.7 ток замыкания на землю (earth fault current): Ток повреждения, который уходит в землю.

2.6.8 защита от прямого контакта (protection against direct contact): Предотвращение опасного контакта персонала с токоведущими частями.

2.6.9 защита от косвенного контакта (protection against indirect contact): Предотвращение опасного контакта персонала с оголенными токопроводящими частями.

2.7 Проходы внутри устройств (gangways withing assemblies)

2.7.1 рабочий проход в устройство (operating gangway withing an assembly): Пространство, которое должно использоваться оператором для соответствующей операции и наблюдения за устройством.

2.7.2 проход для технического обслуживания в устройство (maintenance gangway within an assembly): Пространство, которое доступно только уполномоченному персоналу и изначально предназначено для использования при проведении обслуживания установленного оборудования.

2.8 Электронные функции (electronic functions)

2.8.1 экранирование (screening): Защита проводников или оборудования от взаимного влияния, возникающего от электромагнитного излучения от других проводников или оборудования.

2.9 Координация изоляции (insulation co-ordination)

2.9.1 зазор (clearance): Расстояние между двумя токопроводящими частями, измеренное вдоль самого короткого расстояния между этими токопроводящими частями [2.5.46 МЭК 60947-1], [МЭС 441-17-31].

2.9.2 изолирующий промежуток (полюса механического коммутационного устройства) (isolating distance (of a pole of a mechanical switching device): Зазор между разомкнутыми контактами, соответствующий требованиям безопасности, установленным для разъединителей [2.5.50 МЭК 60947-1], [МЭС 441-17-35].

2.9.3 расстояние утечки (creepage distance): Наименьшее расстояние по поверхности изоляционного материала между двумя токопроводящими частями [2.5.51 МЭК 60947-1], [МЭС 471-01-08 с изменениями].

Примечание – Соединение между двумя участками изоляционного материала рассматривается как часть поверхности.

2.9.4 эксплуатационное напряжение (working voltage): Самое высокое значение напряжения переменного тока (действующее значение) или постоянного тока, которое может возникнуть (локально) в любой точке изоляции при номинальном напряжении питания, не учитывая временное значение, в разомкнутой цепи или при нормальных условиях эксплуатации [2.5.52 МЭК 60947-1].

2.9.5 временное перенапряжение (temporary overvoltage): Относительно долговременное перенапряжение (несколько секунд) заземления фаза – земля, фаза – нейтраль или междуфазное в заданном местоположении [2.5.53 МЭК 60947-1], [МЭС 604-02-12 с изменениями].

2.9.6 переходные перенапряжения (transient overvoltages): Переходные перенапряжения [2.5.53 МЭК 60947-1] для целей настоящего стандарта следующие.

2.9.6.1 коммутационное перенапряжение (switching overvoltage): Переходное перенапряжение в заданном местоположении системы, возникающее из-за особого коммутационного функционирования или сбоя [2.5.54.1 МЭК 60947-1], [МЭС 604-03-29 с изменениями].

2.9.6.2 грозовое перенапряжение (lighting overvoltage): Переходное перенапряжение в заданном местоположении системы, возникающее из-за грозового разряда (см. также МЭК 60060 и МЭК 60071-1), [2.5.54.2 МЭК 60947-1].

2.9.7 импульсное выдерживаемое напряжение (impulse withstand voltage): Наивысшее пиковое значение импульсного напряжения требуемой формы и полярности, которое не приводит к разрушению при установленных условиях испытания [2.5.55 МЭК 60947-1].

2.9.8 выдерживаемое напряжение промышленной частоты (power-frequency withstand voltage): Действующее значение синусоидального напряжения промышленной частоты, которое не приводит к разрушению при установленных условиях испытания [2.5.56 МЭК 60947-1], [МЭС 604-03-40 с изменениями].

2.9.9 загрязнение (pollution): Любое состояние инородного вещества твердого, жидкого или газообразного (ионизирующие газы), которое может повлиять на диэлектрическую прочность или поверхностное удельное сопротивление [2.5.57 МЭК 60947-1].

2.9.10 степень загрязнения (окружающей среды) (pollution degree (of environmental conditions): Значение, определенное договором, которое основано на объеме проводящей или гигроскопической пыли, ионизирующего газа или соли, относительной влажности и частоте ее появления, что является причиной гигроскопической абсорбции или конденсации влаги, приводящей к снижению диэлектрической прочности и/или поверхностного удельного сопротивления.

Примечание 1 – Степень загрязнения, которой подвержены изолирующие материалы устройств или компонентов, может отличаться от степени загрязнения микросреды, в которую могут быть встроены устройства или компоненты. Защита обеспечивается такими средствами, как корпус или внутреннее нагревание, для предотвращения абсорбции или конденсации влаги.

Примечание 2 – Для целей настоящего стандарта степенью загрязнения считается степень загрязнения микросреды [2.5.59 МЭК 60947-1].

2.9.11 микросреда (зазора или расстояния утечки) (micro-environment (of a clearance or creepage distance): Условия окружающей среды, в которых находится зазор или расстояние утечки при рассмотрении.

Примечание – Микросреда расстояния утечки или зазора, которая не является средой устройства или компонентов, определяет воздействие на изоляцию. Микросреда может быть лучше или хуже среды устройства или компонентов. Она включает все факторы, влияющие на изоляцию, такие как климатические и электромагнитные условия, появление загрязнения и т. д. [2.5.59 МЭК 60947-1 с изменениями].

2.9.12 категория перенапряжения (в цепи или в электрической системе) (overvoltage category (of a circuit or within an electrical system): Значение, определенное договором, которое основано на ограничении (или контролировании) величин ожидаемого переходного перенапряжения, происходящего в цепи (или в электрической системе, которая имеет различные номинальные напряжения), и зависящее от средств, влияющих на перенапряжения.

Примечание – В электрической системе переход от одной категории перенапряжения к другой, более низкой категории перенапряжения, достигается путем применения средств, соответствующих требованиям интерфейса, таких как аппараты защиты от перенапряжения или устройство последовательно соединенных полных сопротивлений, способных рассеивать, поглощать или отводить энергию в связанный импульсный ток для понижения значения кратковременного перенапряжения до желаемой, более низкой категории перенапряжения [2.5.60 МЭК 60947-1].

2.9.13 разрядник (surge arrester): Устройство, спроектированное для защиты электрических приборов от высоких переходных перенапряжений и для ограничения длительности и, как правило, амплитуды последующего тока [МЭС 604-03-51].

2.9.14 координация изоляции (co-ordination of insulation): Связь изоляционных характеристик электрического оборудования с ожидаемыми перенапряжениями и характеристиками средств защиты от перенапряжения, с одной стороны, и с ожидаемой микросредой и средствами защиты от загрязнений, с другой стороны [2.5.61 МЭК 60947-1], [МЭС 604-03-08 с изменениями].

2.9.15 однородное (равномерное) поле (homogeneous (uniform) field): Электрическое поле, имеющее постоянный градиент напряжения между электродами, который равен градиенту между двумя сферами, радиус которых больше расстояния между ними [2.5.62 МЭК 60947-1].

2.9.16 неоднородное (неравномерное) поле (inhomogeneous (non-uniform) field): Электрическое поле, которое не имеет постоянного градиента напряжения между электродами [2.5.63 МЭК 60947-1].

2.9.17 образование путей утечки (tracking): Регулярное формирование токопроводящих путей, возникающих на поверхности твердого изоляционного материала из-за совместного воздействия электрического удара на эту поверхность и электролитного загрязнения на этой поверхности [2.5.64 МЭК 60947-1].

2.9.18 сравнительный индекс трекингостойкости (CTI) (comparative tracking index (CTI): Численное значение максимального напряжения в вольтах, при котором материал выдерживает 50 капель определенной испытательной жидкости без образования путей утечки.

Примечание – Значение каждого испытательного напряжения и CTI должны быть кратны 25 [2.5.65 МЭК 60947-1].

2.10 Токи короткого замыкания (short-circuit currents)

2.10.1 ток короткого замыкания (I_c) (цепи устройства) (short-circuit current (I_c) (of a circuit of an assembly): Сверхток, возникающий как результат короткого замыкания из-за сбоя или неправильного соединения в электрической цепи [2.1.6 МЭК 60947-1], [МЭС 441-11-07 с изменениями].

2.10.2 ожидаемый ток короткого замыкания (I_{cp}) (цепи устройства) (prospective short-circuit current (i_{cp}) (of a circuit of an assembly): Ток, проходящий в то время, когда питающие проводники в цепи закорочены проводником незначительного волнового сопротивления, который расположен как можно ближе к питающим выводам устройства.

2.10.3 ток отсечки, проходной ток (cut-off current; let-through current): Максимальное мгновенное значение тока, полученное в результате отключающего срабатывания коммутационного аппарата или плавкого предохранителя [МЭС 441-17-12].

Примечание – Это положение имеет практическую значимость, когда коммутационное устройство или плавкий предохранитель функционируют таким образом, что ожидаемый пиковый ток в цепи не достигается.

2.11 Электромагнитная совместимость (ЭМС) (electromagnetic compatibility) (EMC)

Примечание – Термины и определения, относящиеся к ЭМС, приведены в приложении Н.

3 Классификация устройств

Устройства классифицируют в соответствии с:
– внешней конструкцией (см. 2.3);
– условиями установки устройств (см. 2.5.1 и 2.5.2);
– условиями установки, касающимися мобильности (см. 2.5.3 и 2.5.4);
– степенью защиты (см. 7.5.1);
– типом корпуса (7.2);
– методом монтажа, например неподвижные или съемные части (см. 7.6.3 и 7.6.4);
– мерами по защите людей (см. 7.4);
– формой внутреннего разделения (см. 7.7);
– типами электрических соединений функциональных блоков (см. 7.11).

4 Электрические характеристики устройств

Устройство определяется следующими электрическими характеристиками.

4.1 Номинальные напряжения

Устройство определяется следующими номинальными напряжениями в разных цепях.

4.1.1 Номинальное рабочее напряжение (цепи устройства)

Номинальное рабочее напряжение (U_e) цепи устройства – это значение напряжения, которое совместно с номинальным током этой цепи определяет его применение.

Для многофазных цепей это напряжение устанавливается как напряжение между фазами.

Примечание – Стандартные значения номинальных напряжений в цепи управления приведены в соответствующих стандартах для встроенных устройств.

Изготовитель устройств должен установить пределы напряжения, необходимые для правильного функционирования главных и вспомогательных цепей. В любом случае эти пределы должны быть такими, чтобы напряжение на выводах цепи управления встроенных компонентов сохранялось при нормальных условиях нагрузки в пределах, установленных в соответствующих стандартах МЭК.

4.1.2 Номинальное напряжение изоляции (U_i) (цепи устройства)

Номинальное напряжение изоляции (U_i) цепи устройства – это значение напряжения, которое зависит от напряжения при испытании диэлектрика и расстояний утечки.

Номинальное рабочее напряжение любой цепи устройства не должно превышать его номинального напряжения изоляции. Не допускается, чтобы эксплуатационное напряжение любой цепи устройств даже временно превышало значение, равное 110 % от номинального напряжения изоляции.

Примечание – Для однофазных цепей, отведенных из систем информационных технологий, номинальное напряжение изоляции должно быть по крайней мере равно напряжению между фазами питания.

Для многофазных цепей это напряжение устанавливается как напряжение между фазами.

4.1.3 Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение (U_{imp}) (цепи устройства)

Пиковое значение импульсного напряжения заданной формы и полярности, которое цепь устройства должна выдерживать без нарушений при установленных условиях испытания и со значением которого связана величина зазоров.

Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение цепи устройства должно быть равно или превышать значения, установленные для переходных перенапряжений, происходящих в системе, в которой находится устройство.

Примечание – Предпочтительные значения номинального импульсного выдерживаемого напряжения приведены в таблице 13.

4.2 Номинальный ток (I_n) (цепи устройства)

Номинальный ток цепи устройства устанавливается изготовителем, учитывая параметры компонентов электрического оборудования в пределах устройства, их размещение и применение. Этот ток должен выдерживаться без превышения температуры различных частей устройства более пределов, установленных в 7.3 (таблица 2), или при проведении проверки по 8.2.1.

Примечание – Из-за сложных факторов, определяющих номинальные токи, не могут быть приведены стандартные значения.

4.3 Номинальный кратковременный выдерживаемый ток (I_{cw}) (цепи устройства)

Номинальный кратковременный выдерживаемый ток цепи устройства – это действующее значение кратковременного тока, предусмотренное для этой цепи изготовителем, при котором эта цепь может выдержать без повреждения условия испытания, установленные в 8.2.3. Время выдержки составляет 1 с, если изготовителем не установлено иное [МЭС 441-17-17 с изменениями].

Для переменного тока величина тока – это действующее значение компонента переменного тока, при этом не допускается, чтобы наивысшее пиковое значение, которое может быть достигнуто, превышало в n раз это действующее значение, множитель n приведен в 7.5.3.

Примечание 1 – Если время менее 1 с, то должны быть установлены как номинальный кратковременный выдерживаемый ток, так и время выдержки, например 20 кА, 0,2 с.

Примечание 2 – Номинальный кратковременный выдерживаемый ток может быть или ожидаемым током, если испытания проводятся при номинальном рабочем напряжении, или действующим током, если испытания проводятся при низком напряжении.

4.4 Номинальный пиковый выдерживаемый ток (I_{pk}) (цепи устройства)

Номинальный пиковый выдерживаемый ток цепи устройства – это значение пикового тока, предусмотренное для этой цепи изготовителем, при котором цепь может удовлетворительно выдерживать при условиях испытания, установленных в 8.2.3 (см. также 7.5.3) [МЭС 441-17-18 с изменениями].

4.5 Номинальный условный ток короткого замыкания (I_{cc}) (цепи устройства)

Номинальный условный ток короткого замыкания цепи устройства – это значение ожидаемого тока короткого замыкания, установленное изготовителем, при котором цепь, защищенная аппаратом защиты от короткого замыкания, может удовлетворительно выдерживать рабочее время устройства при условиях испытания, установленных в 8.2.3. (см. также 7.5.2).

Компоненты установленного аппарата защиты от короткого замыкания должны быть установлены изготовителем.

Примечание 1 – Для переменного тока номинальный условный ток короткого замыкания выражается через действующее значение компонента переменного тока.

Примечание 2 – Аппарат защиты от короткого замыкания может быть встроенной частью устройства или отдельным блоком.

4.6 Номинальный ток короткого замыкания плавкого предохранителя (I_{cf})

Исключен.

4.7 Номинальный коэффициент разновременности

Номинальный коэффициент разновременности устройства или части устройства, имеющего несколько главных цепей (например, секция или подсекция) – это отношение максимальной суммы допустимых токов всех вовлеченных главных цепей к сумме номинальных токов всех главных цепей устройства или выбранной части устройства в любой момент времени.

Если изготовитель устанавливает номинальный коэффициент разновременности, то этот коэффициент должен быть использован при проведении испытания на превышение температуры в соответствии с 8.2.1.

Примечание – При отсутствии информации относительно действительных токов могут быть использованы следующие условные значения.

Таблица 1 – Значения номинального коэффициента разновременности

Количество главных цепей	Номинальный коэффициент разновременности
2 и 3	0,9
4 и 5	0,8
От 6 до 9 включ.	0,7
10 (и более)	0,6

4.8 Номинальная частота

Номинальная частота устройства – это значение частоты, которое соответствует устройству и которое используется в рабочих условиях.

Если цепи устройства спроектированы для различных значений частоты, то для каждой цепи должна быть установлена номинальная частота.

Примечание – Частота должна быть в пределах, установленных в соответствующих стандартах МЭК для встроенных компонентов. Предельными значениями номинальной частоты устанавливаются 98 % и 102 % от номинальной частоты, если иное не установлено изготовителем устройства.

5 Информация для потребителя

Следующая информация должна быть дана изготовителем.

5.1 Паспортная табличка

На каждое устройство должна быть установлена одна или более табличек, имеющих нестираемую маркировку и расположенных в таком месте, чтобы после установки устройства они были видимы и разборчивы.

Информация, указанная в перечислениях a) и b), должна быть обязательно приведена на паспортной табличке.

Информация, указанная в перечислениях c) – t), может быть приведена на паспортной табличке, если это применимо, или в технической документации изготовителя:

a) наименование или торговая марка изготовителя;

Примечание – Изготовитель считается организацией, ответственной за собранное устройство.

b) обозначение типа или идентификационный номер или другие средства идентификации, позволяющие получить соответствующую информацию от изготовителя;

c) МЭК 60439-1;

d) род тока (и частота в случае переменного тока);

e) номинальные рабочие напряжения (см. 4.1.1);

f) номинальное напряжение изоляции (см. 4.1.2);

g) номинальные напряжения вспомогательных цепей (при необходимости);

j) номинальный ток каждой цепи (при необходимости см. 4.2);

k) выдерживаемая прочность короткого замыкания (см. 7.5.2);

l) степень защиты (см. 7.2.1);

m) меры защиты от поражения электрическим током (см. 7.4);

n) условия эксплуатации для использования внутри помещения, вне помещения или специального использования, если они отличаются от обычных условий эксплуатации, которые приведены в 6.1;

– степень загрязнения, если она установлена изготовителем (см. 6.1.2.3);

o) типы системы заземления, для которых устройство спроектировано;

p) размеры (см. рисунки C.3 и C.4), приведенные для установления высоты, ширины (или длины) и глубины;

q) масса;

r) форма внутреннего разделения (см. 7.7);

s) типы электрических соединений функциональных блоков (см. 7.11);

t) окружающая среда A и/или B (см. 7.10.1).

5.2 Маркировка

Идентификация отдельных цепей и защитных аппаратов должна быть возможна внутри устройства.

Если элементы оборудования устройства обозначены, то используемые обозначения должны быть идентичны тем, которые приведены в МЭК 61346-1, а те, которые указаны на монтажных схемах, должны соответствовать МЭК 61082.

5.3 Инструкции по установке, эксплуатации и техническому обслуживанию

Изготовитель должен установить в документах или каталогах условия, если это применимо, для установки, эксплуатации и технического обслуживания устройства и оборудования, содержащегося в нем.

При необходимости инструкции по транспортированию, установке и эксплуатации устройства должны указывать меры, которые наиболее важны для надлежащей и правильной установки, ввода в эксплуатацию и непосредственно эксплуатации устройства.

При необходимости вышеупомянутые документы должны указывать рекомендуемый масштаб и регулярность технического обслуживания.

Если схема не ясна из механического устройства установленного прибора, то должна быть предоставлена соответствующая информация, например монтажные схемы или таблицы.

Изготовитель устройств должен установить меры, которые должны быть приняты относительно ЭМС, связанной с установкой, эксплуатацией и техническим обслуживанием устройства, если это применимо.

Если устройство специально предназначено для окружающей среды А и будет использоваться в окружающей среде В, то в инструкцию по эксплуатации должна быть включена следующая предупреждающая надпись:

> Внимание:
> Это изделие предназначено для окружающей среды А. В бытовых условиях это изделие может быть причиной радиопомех, поэтому потребитель должен принять адекватные меры.

6 Условия эксплуатации

6.1 Нормальные условия эксплуатации

Устройства, соответствующие стандарту, предназначены для использования в следующих условиях эксплуатации.

Примечание – Если используются компоненты, которые не спроектированы для этих условий, например реле, электронное оборудование, то должны быть приняты соответствующие меры, чтобы обеспечить надлежащую эксплуатацию (см. 7.6.2.4, второй абзац).

6.1.1 Температура окружающего воздуха

6.1.1.1 Температура окружающего воздуха для установки внутри помещения

Температура окружающего воздуха не должна превышать 40 °С, а ее среднее значение за период 24 ч не должно превышать 35 °С.

Нижний предел температуры окружающего воздуха равен минус 5 °С.

6.1.1.2 Температура окружающего воздуха для установки вне помещения

Температура окружающего воздуха не должна превышать 40 °С, а ее среднее значение за период 24 ч не должно превышать 35 °С.

Нижний предел температуры окружающего воздуха равен:

– минус 25 °С в умеренном климате;

– минус 50 °С в холодном климате.

Примечание – Для использования устройств в холодном климате необходимо специальное соглашение между изготовителем и потребителем.

6.1.2 Атмосферные условия

6.1.2.1 Атмосферные условия для установки внутри помещения

Воздух должен быть чистым и его относительная влажность не должна превышать 50 % при максимальной температуре 40 °С. При более низких температурах допускается повышенная относительная влажность, например 90 % при температуре 20 °С. Необходимо обратить внимание на небольшую конденсацию, которая может происходить из-за изменений температуры.

6.1.2.2 Атмосферные условия для установки вне помещения

Относительная влажность может достигать 100 % при максимальной температуре плюс 25 °С.

6.1.2.3 Степень загрязнения

Степень загрязнения (см. 2.9.10) относится к условиям окружающей среды, для которых предназначено устройство.

Для коммутационных аппаратов и компонентов, заключенных в корпус, применяют степень загрязнения условий окружающей среды в корпусе.

Установлены следующие 4 степени загрязнения в микросреде для оценки зазоров и расстояний утечки (зазоры и расстояния утечки в зависимости от различных степеней загрязнения приведены в таблицах 14 и 16).

Степень загрязнения 1:

Отсутствует или имеет место только сухое загрязнение, не проводящее ток.

Степень загрязнения 2:

Обычно имеет место загрязнение, не проводящее ток. Иногда может происходить временная электрическая проводимость, возникающая из-за конденсации.

Степень загрязнения 3:

Имеет место токопроводящее загрязнение или сухое загрязнение, не проводящее ток, которое становится токопроводящим из-за конденсации.

Степень загрязнения 4:

Загрязнение вызывает постоянную проводимость, обусловленную, например, токопроводящей пылью, дождем или снегом.

Стандартная степень загрязнения промышленного использования.

Устройства для промышленного применения обычно используют при степени загрязнения окружающей среды 3, если не установлено иное. Однако могут рассматриваться для применения и другие степени загрязнения, в зависимости от особенностей применения или микросреды.

Примечание – На степень загрязнения микросреды оборудования может влиять установка его в корпус.

6.1.3 Высота

Высота места установки не превышает 2000 м (6600 футов).

Примечание – Для электронного оборудования, которое применяют на высоте свыше 1000 м, может быть необходимым принять во внимание понижение электрической прочности диэлектрика и охлаждающее действие воздуха. Электронное оборудование, предназначенное для эксплуатации в упомянутых условиях, должно быть спроектировано или использоваться в соответствии с соглашением между изготовителем и потребителем.

6.2 Особые условия эксплуатации

В случае, если существует любое из следующих особых условий эксплуатации, то должны выполняться соответствующие особые требования и между изготовителем и потребителем должны быть заключены специальные соглашения. Потребитель должен информировать изготовителя о наличии особых условий эксплуатации.

Особые условия эксплуатации включают в себя, например:

6.2.1 Значения температуры, относительной влажности и/или высоты, отличающиеся от указанных в 6.1.

6.2.2 Применение, при котором изменения температуры или давления воздуха происходят с такой скоростью, при которой может произойти повышенная конденсация внутри устройства.

6.2.3 Сильное загрязнение воздуха пылью, дымом, коррозионными или радиоактивными частицами, парами или солью.

6.2.4 Воздействие сильных электрических и магнитных полей.

6.2.5 Воздействие высоких температур, например солнечного излучения или излучения от печей.

6.2.6 Воздействие плесени или микробов (микроорганизмов).

6.2.7 Установка в местах, где существует опасность пожара или взрыва.

6.2.8 Воздействие сильной вибрации и ударов.

6.2.9 Установка, при которой существует воздействие на токопроводящую способность или отключающую способность, например оборудование, встроенное в машину или стену.

6.2.10 Рассмотрение соответствующих способов против предотвращения:

– производимых и излучаемых помех, кроме ЭМС;

– помех ЭМС в средах, отличающихся от указанных в приложении Н.

6.3 Условия при транспортировании, хранении и установке

6.3.1 В случае, если условия при транспортировании, хранении и установке, например условия температуры и влажности, отличаются от указанных в 6.1, между изготовителем и потребителем должно быть заключено специальное соглашение.

Применяется следующий температурный диапазон во время транспортирования и хранения при температуре от минус 25 °С до плюс 55 °С, а для кратковременных периодов, не превышающих 24 ч, – до 70 °С, если не установлено иное.

Оборудование, которое подвергается таким повышенным температурам в выключенном состоянии, не должно подвергаться необратимым повреждениям, после чего должно функционировать в нормальном режиме в установленных условиях.

7 Проектирование и конструирование

7.1 Механическая конструкция

7.1.1 Общие положения

Устройства должны изготавливаться только из материалов, способных выдерживать механические, электрические и термические напряжения, а также воздействие влажности, которые вероятно будут присутствовать при нормальной эксплуатации. Части устройства, изготовленные из изоляционных материалов, должны обеспечивать установленную степень сопротивления ненормальному нагреву и пожару.

Защита от коррозии должна быть обеспечена использованием подходящих материалов или применением эквивалентных защитных покрытий на открытые поверхности с учетом назначенных условий использования и технического обслуживания.

Все корпуса или перегородки, включая затворы на дверях, выдвижных частях и т. д., должны иметь механическую прочность, достаточную, чтобы выдержать напряжения, которым они могут подвергаться при нормальной эксплуатации.

Аппараты и цепи в устройствах должны быть устроены таким образом, чтобы упростить их эксплуатацию и техническое обслуживание и в то же время гарантировать необходимую степень безопасности.

7.1.2 Зазоры, расстояния утечки и изолирующие промежутки

7.1.2.1 Зазоры и расстояния утечки

Аппарат, являющийся частью устройства, должен иметь промежутки, которые должны удовлетворять соответствующим техническим требованиям, и эти промежутки должны сохраняться при нормальных условиях эксплуатации.

При размещении аппарата в устройстве должны соблюдаться установленные расстояния утечки и зазоры или номинальные импульсные выдерживаемые напряжения (U_{imp}) с учетом соответствующих условий эксплуатации.

Для неизолированных токопроводящих проводников и выводов (например, сборные шины, соединения между аппаратами, кабельные наконечники) расстояния утечки и зазоры или импульсные выдерживаемые напряжения должны соответствовать тем значениям, которые установлены для аппаратов, с которыми они непосредственно связаны.

Дополнительно ненормальные условия, такие как короткое замыкание, не должны постоянно уменьшать зазоры или удельную диэлектрическую прочность между сборными шинами и/или соединениями, кроме кабелей, ниже значений, установленных для аппарата, с которым они непосредственно связаны. См. также 8.2.2.

Для устройств, которые испытаны согласно 8.2.2.6 настоящего стандарта, минимальные значения приведены в таблицах 14 и 16 и испытательные напряжения приведены в 7.1.2.3.

7.1.2.2 Разъединение выдвижных частей

В случае, когда функциональные блоки устанавливаются на выдвижных частях, обеспечиваемое разъединение должно соответствовать техническим требованиям для разъединителей и оборудования в новых условиях, принимая во внимание допуски на изготовление и изменения размеров из-за износа.

7.1.2.3 Диэлектрические свойства

Если для цепи устройства или его цепей номинальное импульсное выдерживаемое напряжение установлено изготовителем, то применяются требования 7.1.2.3.1 и 7.1.2.3.6 и цепь(и) должна(ы) удовлетворять диэлектрическим испытаниям и проверкам, установленным в 8.2.2.6 и 8.2.2.7.

В остальных случаях цепи устройства должны удовлетворять диэлектрическим испытаниям, установленным в 8.2.2.2, 8.2.2.3, 8.2.2.4 и 8.2.2.5.

Примечание – Следует учесть, что в этом случае требования изоляции не могут быть проверены.

Принцип координации изоляции, основанной на параметрах импульсного напряжения, является предпочтительным.

7.1.2.3.1 Общие положения

Следующие требования основаны на принципах МЭК 60664-1 и обеспечивают возможность координации изоляции оборудования при условии монтажа внутри устройств.

Цепь (цепи) устройства должна(ы) быть способна(ы) противостоять номинальному импульсному выдерживаемому напряжению (см. 4.1.3) в соответствии с категорией перенапряжения, приведенной в приложении G, или, если это применимо, соответствующему напряжению переменного или постоянного тока, приведенному в таблице 13. Выдерживаемое напряжение по длине изоляционных промежутков устройств, пригодных для разъединения или выдвижных частей, приведено в таблице 15.

Примечание – Корреляция между номинальным напряжением системы питания и номинальным импульсным выдерживаемым напряжением цепи (цепей) устройства приведена в приложении G.

Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение для приведенного номинального напряжения эксплуатации должно быть меньше, чем напряжение, которое в приложении G соответствует номинальному напряжению системы питания цепи в точке, в которой используется устройство и соответствующей категории перенапряжения.

7.1.2.3.2 Импульсное выдерживаемое напряжение главной цепи

a) Зазоры между токоведущими частями и частями, которые должны быть заземлены между полюсами, должны выдерживать испытательное напряжение, приведенное в таблице 13, соответствующее номинальному импульсному выдерживаемому напряжению.

b) Зазоры вдоль открытых контактов выдвижных частей в разъединенном положении должны выдерживать испытательное напряжение, приведенное в таблице 15, соответствующее номинальному импульсному выдерживаемому напряжению.

c) Сплошная изоляция устройств в отношении зазоров, приведенных в перечислениях a) и b), должна выдерживать импульсное напряжение, установленное в перечислениях a) и b), если это применимо.

7.1.2.3.3 Импульсное выдерживаемое напряжение вспомогательных цепей

a) Вспомогательные цепи, подсоединенные напрямую к главной цепи при номинальном напряжении эксплуатации без средств уменьшения перенапряжения, должны соответствовать требованиям перечислений a) и c) пункта 7.1.2.3.2.

b) Вспомогательные цепи, которые не подсоединены напрямую к главной цепи, могут иметь способность выдерживать перенапряжения, отличные от способности главной цепи. Зазоры и связанная с ними сплошная изоляция таких цепей переменного или постоянного тока должны выдерживать требуемое напряжение в соответствии с приложением G.

7.1.2.3.4 Зазоры

Зазоры должны быть достаточными для того, чтобы цепи выдержали испытательное напряжение в соответствии с 7.1.2.3.2 и 7.1.2.3.3.

Зазоры должны быть равны или быть более значений, приведенных в таблице 14 для случая B – однородное поле.

Испытания не проводятся, если зазоры, связанные с номинальным импульсным выдерживаемым напряжением и степенью загрязнения, превышают значения, приведенные в таблице 14 для случая A – неоднородное поле.

Метод измерения зазоров приведен в приложении E.

7.1.2.3.5 Расстояния утечки

a) Установление размеров

Для степеней загрязнения 1 и 2 расстояния утечки не должны быть менее, чем связанные с ними зазоры, выбранные в соответствии с 7.1.2.3.4. Для степеней загрязнения 3 и 4 расстояния утечки не должны быть менее, чем зазоры для случая A, во избежание риска пробоя, возникающего из-за перенапряжения, даже если зазоры менее значений для случая A, как допускается в 7.1.2.3.4.

Метод измерения расстояний утечки приведен в приложении F.

Расстояние утечки должно соответствовать степени загрязнения, как установлено в 6.1.2.3, и соответствующей группе материалов при номинальном напряжении изоляции (или рабочем напряжении), приведенном в таблице 16.

Группы материалов классифицируются по значению сравнительного индекса трекингостойкости (CTI) (см. 2.9.18) следующим образом:

– материал группы I 600 ≤ CTI;
– материал группы II 400 ≤ CTI < 600;
– материал группы IIIa 175 ≤ CTI < 400;
– материал группы IIIb 100 ≤ CTI < 175.

Примечание 1 – Значения CTI соответствуют значениям, полученным в соответствии с МЭК 60112 методом А, используются для изоляционного материала.

Примечание 2 – Для неорганических изоляционных материалов, например стекла или керамики, которые не оставляют следов, расстояния утечки не должны быть более, чем их связанные зазоры. Однако должен учитываться риск возникновения пробоя.

b) Использование ребер жесткости

Расстояние утечки может быть уменьшено до 0,8 от значения, приведенного в таблице 16, при использовании ребер с минимальной высотой 2 мм, независимо от количества этих ребер. Минимальное основание ребра определяется механическими требованиями (см. абзац F.2).

c) Специальное применение

Цепи, предназначенные для применения в особых случаях, где необходимо принять во внимание тяжелые последствия повреждения изоляции, должны иметь один или более влияющих факторов, определенных из таблицы 16 (расстояния, изоляционные материалы, загрязнение микросреды) и используемых таким образом, чтобы достичь более высокого напряжения изоляции, чем номинальное напряжение изоляции.

7.1.2.3.6 Пространство между отдельными цепями

Для установления размеров зазоров, расстояний утечки и сплошной изоляции между отельными цепями должны использоваться наивысшие значения напряжения (номинального импульсного выдерживаемого напряжения для зазоров и связанной сплошной изоляции и номинальное напряжение изоляции для расстояний утечки).

7.1.3 Выводы для внешних проводников

7.1.3.1 Изготовитель должен указать, какие из выводов подходят для соединения медных или алюминиевых проводников или для обоих. Выводы должны быть такими, чтобы внешние проводники могли быть присоединены средствами (болтами, соединителями и др.), которые обеспечивают необходимое контактное давление, соответствующее сохранению параметров тока, короткого замыкания цепи аппарата, а также цепи.

7.1.3.2 При отсутствии специального соглашения между изготовителем и потребителем выводы должны быть способны присоединяться к медным проводникам и кабелям от наименьшей до наибольшей площади поперечного сечения, соответствующей номинальному току (см. приложение А).

Если используются алюминиевые проводники, которые применяются для максимальных размеров одно- или многожильных проводников, приведенных в таблице А.1, то они, как правило, соответствуют по размерам. В тех случаях, когда использование этого максимального размера алюминиевого проводника препятствует полному использованию номинального тока цепи, необходимо при наличии соглашения между изготовителем и потребителем обеспечить средства соединения алюминиевого проводника следующего большего размера.

В случае, если внешние проводники для электронных цепей с низким уровнем тока и напряжения (менее 1 А и менее 50 В переменного тока или 120 В постоянного тока) должны быть присоединены к устройствам, то таблицу А.1 не применяют (см. примечание 2 к таблице А.1).

7.1.3.3 Имеющееся пространство для прокладки проводников должно обеспечивать возможность надлежащего соединения внешних проводников из указанного материала и в случае многожильных кабелей – распределение жил в пространстве.

Проводники не должны подвергаться напряжениям, которые уменьшают их срок эксплуатации.

Примечание – В национальных правилах США определены требования к минимальному пространству изгиба провода для надлежащего соединения внешних проводников.

7.1.3.4 В трехфазных и нейтральных цепях выводы для нулевого рабочего проводника должны допускать, если иное не согласовано между изготовителем и потребителем, соединение медными проводниками, обладающими токопроводящей способностью, которая равна:

– половине токопроводящей способности фазового проводника, если сечение фазового проводника равно или превышает 10 мм^2;

– полной токопроводящей способности фазового проводника, если сечение последнего менее или равно 10 мм^2.

Примечание 1 – Для проводников, изготовленных не из меди, вышеупомянутое поперечное сечение должно быть заменено поперечным сечением эквивалентной проводимости, которое может потребовать выводов больших сечений.

Примечание 2 – В некоторых случаях, в которых ток в нулевом рабочем проводнике может достигать высоких значений, например в больших флуоресцентных осветительных установках, может быть необходим нулевой рабочий проводник, имеющий такую же токопроводящую способность, как и фазовые проводники, при условии специального соглашения между изготовителем и потребителем.

7.1.3.5 Если имеются соединяющие средства для входящих и выходящих нулевых рабочих, нулевых защитных и PEN-проводников, то они должны быть расположены рядом с соответствующими выводами фазового проводника.

7.1.3.6 Отверстия в кабельных вводах, съемных крышках и т. д. должны быть спроектированы таким образом, чтобы, когда кабели установлены должным образом, соблюдались установленные меры защиты от непреднамеренного контакта и степень защиты. Это подразумевает выбор вводов, подходящих для применения, как установлено изготовителем.

7.1.3.7 Идентификация выводов

Рекомендуется, чтобы идентификация выводов соответствовала МЭК 60445.

7.1.4 Сопротивление ненормальному теплу и огню

Ненормальные тепло и огонь не должны оказывать влияния на части изоляционных материалов, которые могут быть открыты для термических воздействий, возникающих из-за электрических перенапряжений, повреждение которых может ухудшить безопасность устройств.

Пригодность этих частей должна быть проверена испытанием в соответствии с МЭК 60695-2-10 и МЭК 60695-2-11.

Части изоляционных материалов, необходимые для поддержания токоведущих частей в фиксированном положении, должны выдержать испытание раскаленной проволокой по 8.2.9 при температуре 650 °С.

Это требование не применяется к частям или компонентам, которые предварительно испытаны в соответствии с настоящим стандартом или в соответствии со стандартом на само изделие.

Для небольших частей (имеющих размеры поверхности, не превышающие 14 × 14 мм) может быть выбрано другое испытание (например, испытание игольчатым пламенем по МЭК 60695-2-2). Подобная процедура может применяться и по другим практическим причинам, если металлический материал части более сопоставим с изоляционным материалом.

7.2 Корпус и степень защиты

7.2.1 Степень защиты

7.2.1.1 Обеспечиваемая степень защиты любого устройства от контакта с токоведущими частями, попадания твердых инородных тел и жидкостей указывается обозначением IP... в соответствии с МЭК 60529.

Для устройств, используемых внутри помещения, где не требуется защита от попадания воды, предпочтительно использовать следующие степени защиты IP: IP00, IP2X, IP3X, IP4X, IP5X.

7.2.1.2 Степень защиты закрытого устройства или лицевой части устройства без токоведущих частей на лицевой панели должна быть по крайней мере IP2X после его установки в соответствии с инструкциями изготовителя.

7.2.1.3 Для устройств, используемых вне помещения и не имеющих дополнительной защиты, вторая характеристическая цифра должна быть не менее 3.

Примечание – Для наружной установки дополнительной защитой может быть защитная кровля или что-то подобное.

7.2.1.4 Если не установлено иное, то применяется степень защиты, обозначенная изготовителем для собранного устройства, если он установлен в соответствии с инструкциями изготовителя (см. также **7**.1.3.6), например заделка открытой монтажной поверхности устройства (при необходимости).

Изготовитель должен также установить степень(и) защиты от прямого контакта, попадания твердых инородных тел и жидкостей при условиях, вызванных необходимостью доступа к внутренним частям устройства, находящегося в эксплуатации уполномоченным персоналом (см. **7**.4.6). Для устройств с переносными или выдвижными частями см. **7**.6.4.3.

7.2.1.5 Если степень защиты части устройства, например на эксплуатационной поверхности, отличается от степени защиты главной части, то изготовитель должен указать степень защиты этой части отдельно. Например: IP00, эксплуатационная поверхность IP20.

7.2.1.6 Для РТТА не могут быть приведены IP-коды, пока не будут сделаны необходимые проверки в соответствии с МЭК 60529 или пока не будут использоваться испытанные корпуса заводского изготовления.

7.2.2 Меры, которые должны быть приняты во внимание при атмосферной влажности

Как в случае устройства для установки вне помещения, так и в случае для устройства для установки внутри помещения, предназначенных для использования в местах с высокой влажностью и большими колебаниями температуры, должны быть приняты подходящие меры (вентиляция или внутренний обогрев, сливные отверстия и др.) для предотвращения нежелательной конденсации в устройствах. В то же время должна сохраняться установленная степень защиты (для встроенного аппарата см. 7.6.2.4).

7.3 Значения превышения температуры

Допустимые значения превышения температуры, приведенные в таблице 2, применяют для средней температуры окружающего воздуха менее или равной 35 °С и не должны превышаться для устройств при проверке в соответствии с 8.2.1.

Примечание – Превышение температуры элемента или части – это разница между температурой этого элемента или части, измеренная в соответствии с 8.2.1.5, и температурой окружающего воздуха снаружи устройства.

Таблица 2 – Допустимые значения превышения температуры

Части устройств	Значения превышения температуры, К
Встроенные компоненты[1)]	Согласно требованиям соответствующих стандартов на изделия для отдельных компонентов или согласно инструкциям изготовителя[6)] компонента, которые принимают во внимание температуру в устройстве
Выводы для внешних изолированных проводников	70[2)]
Сборные шины или проводники, сменные контакты съемных или выдвижных частей, которые присоединяются к сборным шинам	Ограничиваются: – механической прочностью проводящего материала[7)]; – возможным влиянием на смежное оборудование; – допустимым пределом температуры изоляционных материалов в контакте с проводником; – влиянием температуры проводника на соединенный с ними аппарат; – видом и обработкой поверхности контактного материала для сменных контактов
Средства ручного управления: – из металла – из изолирующего материала	 15[3)] 25[3)]
Доступные внешние корпусы и крышки: – металлическая поверхность – изоляционная поверхность	 30[4)] 40[4)]

Окончание таблицы 2

Части устройств	Значения превышения температуры, К
Отдельные устройства соединения типа «вилка-розетка»	Определяются пределом для тех компонентов соответствующего оборудования, частью которого они являются[5)]

[1)] Термин «встроенный компонент» означает:
– стандартное коммутационное оборудование и оборудование управления;
– электронные сборочные узлы (например, мостовой выпрямитель, печатная схема);
– части оборудования (например, регуляторы, стабилизированные источники питания, операционные усилители).

[2)] Предел превышения температуры 70 К – это значение, основанное на стандартных испытаниях по 8.2.1. Устройство, используемое или испытываемое в условиях установки, где могут иметься соединения, тип, вид и расположение которых могут отличаться от принятых для испытаний, и может происходить, требоваться или приниматься отличающееся возрастание температуры выводов. В случаях, когда выводы встроенных компонентов также являются выводами внешних изолированных проводников, должны применяться более низкие соответствующие пределы превышения температуры.

[3)] Для средств ручного управления внутри устройства, которые доступны только после того, как устройство открыто, например вытягиваемые рычаги, которые редко используются, допускается увеличение этих пределов превышения температуры на 25 К.

[4)] Если не установлено иное, в случае крышек и корпусов, которые доступны, но нет необходимости касаться их во время нормальной эксплуатации, допускается увеличение предела превышения температуры на 10 К.

[5)] Это дает определенную степень гибкости в отношении оборудования (например, электронных устройств), которое подвергают превышениям температуры в пределах, отличающихся от устанавливаемых для оборудования.

[6)] Для испытаний на превышение температуры по 8.2.1 значения превышения температуры должны быть установлены изготовителем устройства.

[7)] Допуская наличие всех перечисленных критериев, максимальное превышение температуры для неизолированных медных сборных шин проводников не должно превышать 105 К – 150 К, что является температурой, свыше которой возможно совершение отжига меди.

7.4 Защита от поражения электрическим током

Следующие требования предназначены для того, чтобы обеспечить выполнение необходимых мер защиты, когда устройство установлено в системе, отвечающей соответствующим требованиям.

Общепринятые меры защиты указаны в МЭК 60364-4-41.

Особо важные меры защиты для устройства подробно рассмотрены ниже с учетом особенностей устройств.

7.4.1 Защита от прямого и непрямого контакта

7.4.1.1 Защита безопасным сверхнизким напряжением

(См. часть 411.1 МЭК 60364-4-41)

7.4.2 Защита от прямого контакта (см. 2.6.8)

Защита от прямого контакта может быть обеспечена либо соответствующими конструкционными мерами устройств, либо дополнительными мерами, которые должны быть приняты при установке; это может потребовать предоставление информации изготовителем.

Примером дополнительных мер, которые должны быть приняты, является установка устройства открытого типа без дальнейших мер предосторожности в месте расположения, где доступ разрешен только уполномоченному персоналу.

Могут быть выбраны одна или несколько мер защиты, определенных ниже, с учетом требований, изложенных в следующих подпунктах. Выбор мер защиты подлежит рассмотрению в соглашении между изготовителем и потребителем.

Примечание – Информация, приведенная в каталогах изготовителя, может быть использована как подобное соглашение.

7.4.2.1 Защита токоведущих частей изоляцией

Токоведущие части должны быть полностью покрыты изоляцией, которая может быть устранена только разрушением.

Эта изоляция должна быть изготовлена из соответствующих материалов, способных долго выдерживать механические, электрические и термические напряжения, которым изоляция может быть подвергнута при эксплуатации.

Примечание – Примерами являются электрические компоненты, встроенные в изоляцию, кабели.

Краски, эмали, лаки и аналогичные материалы отдельно обычно не рассматриваются как материалы, которые обеспечивают соответствующую изоляцию для защиты от поражения электрическим током при нормальных условиях эксплуатации.

7.4.2.2 Защита барьерами или корпусами

Должны выполняться следующие требования.

7.4.2.2.1 Все внешние поверхности должны соответствовать степени защиты от прямого контакта не менее IP2X или IPXXB. Расстояние между механическими средствами, предусмотренными для защиты и защищаемыми токоведущими частями, должно быть не менее значений, установленных для зазоров и расстояний утечки в соответствии с 7.1.2, в случае, если механические средства не изготовлены из изоляционного материала.

7.4.2.2.2 Все барьеры и корпуса должны быть надежно закреплены в определенном месте. Учитывая их вид, размеры и расположение, они должны иметь достаточную устойчивость и долговечность, чтобы противостоять деформациям и напряжениям, которые могут произойти при нормальных условиях эксплуатации без уменьшения зазоров в соответствии с 7.4.2.2.1.

7.4.2.2.3 Там, где необходимо обеспечить снятие барьеров, открытие корпусов или сдвиг частей корпусов (дверей, кожуха, колпака, крышки, покрытия и тому подобного), это должно быть выполнено в соответствии с одним из следующих требований:

a) Съем, открытие или сдвиг должны производиться с использованием ключа или инструмента.

b) Все токоведущие части, к которым возможно непреднамеренное прикосновение после открытия двери, должны быть разъединены до того, как дверь будет открыта. В системах TN-C PEN-проводник не должен быть разъединен или отключен. В системах TN-S нулевой рабочий проводник запрещено разъединять или отключать (см. МЭК 60364-4-46).

При блокировке двери (ей) при помощи разъединителя в таком положении, что они остаются открытыми при разомкнутом разъединителе, должно быть невозможным включение разъединителя, пока дверь открыта, за исключением перерегулирования блокировки или использования инструмента.

Если по эксплуатационным причинам устройство оснащено оборудованием, позволяющим уполномоченным лицам получить доступ к токоведущим частям, пока оборудование находится под напряжением, блокировка должна автоматически восстанавливаться при закрытии двери (ей).

c) Устройство должно включать внутренний барьер или защелку, ограждающие все токоведущие части во избежание непреднамеренного прикосновения при открытой двери. Этот барьер или защелка должны удовлетворять требованиям 7.4.2.2.1 [исключение, см. перечисление d)] и 7.4.2.2.2. Такое приспособление должно быть либо установлено стационарно, либо перемещаться в прежнее положение в момент, когда дверь открывается. Должна быть обеспечена невозможность снятия этого барьера или защелки, за исключением использования ключа или инструмента.

Может оказаться необходимым обеспечить предупреждающие знаки.

d) Если какая-либо часть позади барьера или внутри корпуса требует периодического ремонта (такого как замена ламп или плавкого предохранителя), замена, открытие или снятие без использования ключа или инструмента и без отключения должны быть возможными только при выполнении следующих условий (см. 7.4.6):

– позади барьера или внутри корпуса должно быть предусмотрено ограждение для предотвращения случайного контакта человека с токоведущими частями, не защищенными другими мерами защиты. Однако это ограждение не должно предотвращать преднамеренный обход этой преграды рукой человека. Должна быть обеспечена невозможность снятия этого ограждения без использования ключа или инструмента;

– токоведущие части, напряжение в которых удовлетворяет условиям для безопасного сверхнизкого напряжения, не нуждаются в закрытии.

7.4.2.3 Защита преградами

Эта мера применяется для устройств открытого типа, см. пункт 412.3 МЭК 60364-4-41.

7.4.3 Защита от непрямого контакта (см. 2.6.9)

Потребитель должен указать меры защиты, которые применяются в установках, для которых предназначено устройство. Особое внимание обращает МЭК 60364-4-41, в котором установлены требования по защите от непрямых контактов для готовой установки, например использование защитных проводников.

7.4.3.1 Защита с использованием защитных цепей

Защитные цепи в устройствах состоят из отдельных защитных проводников или из изолирующих структурных частей или и тех и других. Эта защита обеспечивает:

– защиту от последствий сбоев в устройстве;

– защиту от последствий сбоев во внешних цепях, питающихся от устройств.

Требования, которые должны быть выполнены, приведены в следующих подпунктах.

7.4.3.1.1 Должны быть приняты конструктивные меры предосторожности, для того чтобы обеспечить электрическую непрерывность между открытыми токопроводящими частями устройства (см. 7.4.3.1.5) и между этими частями и защитными цепями установки (см. 7.4.3.1.6).

Для РТТА, если не используются устройства, подвергаемые испытаниям типа полностью, или нет необходимости в проверке тока короткого замыкания в соответствии с 8.2.3.1.1 – 8.2.3.1.3, должен быть использован отдельный защитный проводник для обеспечения цепи защиты, и он должен быть расположен по отношению к сборным шинам таким образом, чтобы влияния электромагнитных влияний были незначительными.

7.4.3.1.2 Отдельные открытые токопроводящие части устройства, которые не представляют опасности:

– или потому что невозможно прикосновение к большой поверхности или взять рукой,

– или потому что они имеют малый размер (приблизительно 50 × 50 мм) или расположены таким образом, что исключен любой контакт с токоведущими частями и не имеется соединения с защитными цепями. Это применяется для болтов, заклепок и паспортных табличек. Это также относится к электромагнитам, размыкателям или реле, магнитным сердечникам трансформаторов (если они не обеспечены выводом для соединения с защитным проводником), определенным частям выключателей и т. д., независимо от их размера.

7.4.3.1.3 Средства ручного управления (рычаги, колеса и т. д.) должны быть:

– или электрически соединены стабильными и безопасными способами с частями, присоединенными к защитным цепям;

– или обеспечены дополнительной изоляцией, которая изолирует их от других токопроводящих частей устройства. Эта изоляция должна быть рассчитана не менее чем на максимальное номинальное напряжение изоляции соответствующего устройства.

Предпочтительно, чтобы части средств ручного управления, к которым обычно прикасаются рукой во время эксплуатации, были выполнены (или покрыты) изоляционным материалом, рассчитанным на максимальное номинальное напряжение изоляции оборудования.

7.4.3.1.4 Металлические части, покрытые слоем лака или эмали, не могут рассматриваться как достаточно изолированные, чтобы соответствовать этим требованиям.

7.4.3.1.5 Непрерывность защитных цепей должна быть обеспечена эффективными взаимными соединениями либо напрямую, либо посредством защитных проводников.

a) Когда часть устройства отсоединена от корпуса, например для текущего технического обслуживания, то защитные цепи в оставшемся устройстве не должны быть разъединены.

Средства, используемые для сборки различных металлических частей устройства, считаются достаточными для того, чтобы обеспечить непрерывность защитных цепей, если принятые меры предосторожности гарантируют хорошую постоянную проводимость и токоведущую способность, достаточную, чтобы выдержать ток замыкания на землю, который может протекать в устройстве.

Примечание – Гибкие металлические кабелепроводы не должны использоваться как защитные проводники.

b) Когда съемные или выдвижные части оборудованы металлическими несущими поверхностями, эти поверхности считаются достаточными для обеспечения непрерывности защитных цепей при условии, что оказываемое на них давление достаточно высокое. Должны быть приняты меры предосторожности для обеспечения постоянной, хорошей проводимости. Непрерывность защитной цепи выдвижной части должна оставаться эффективной от соединенного положения до разъединенного положения включительно.

c) Для колпаков, дверец, крышек и тому подобного обычные металлические резьбовые соединения и металлические петли считаются достаточными для обеспечения их непрерывности при условии, что металлическое оборудование не присоединено к ним.

Если устройства, связанные с напряжением, превышающим предел сверхнизкого напряжения, соединены с колпаками, дверцами, крышками и т. д., то должны быть приняты меры для обеспечения непрерывности защитных цепей. Рекомендуется, чтобы эти части были оснащены нулевым защитным проводником (PE), площадь поперечного сечения которого соответствует значениям таблицы 3A, зависящим от наивысшего номинального тока эксплуатации I_e устройства. Эквивалентное электриче-

ское соединение, специально спроектированное для этой цели (скользящий контакт, петли, защищенные от коррозии), также рассматривается как удовлетворительное.

d) Все части защитной цепи устройства должны быть спроектированы для обеспечения способности выдержать наивысшие термические и динамические напряжения, которые могут произойти в месте установки устройства.

e) Когда корпус устройства используется как часть защитной цепи, площадь поперечного сечения этого корпуса должна быть электрически эквивалентна минимальной площади поперечного сечения, установленной в 7.4.3.1.7.

f) Если непрерывность может быть прервана посредством соединителей или устройств типа «вилка-розетка», то защитная цепь должна быть прервана только после того, как отсоединены токоведущие проводники, и непрерывность должна быть восстановлена до того, как проводники будут снова соединены.

g) В принципе, за исключением случаев, упомянутых в перечислении f), защитные цепи устройства не должны включать разъединительные устройства (выключатели, разъединители и т. д.). Единственными рекомендуемыми средствами, используемыми в цепях, имеющих защитные проводники, являются предохранители, которые могут быть сняты при помощи инструмента и являются доступными только обслуживающему персоналу, эти предохранители могут потребоваться для выполнения некоторых испытаний.

7.4.3.1.6 Выводы для внешних защитных проводников и металлической обшивки, где это требуется, должны быть неизолированы и, если не установлено иное, быть пригодными для присоединения к медным проводникам. Для выходных защитных проводников каждой цепи должны быть предусмотрены отдельные выводы соответствующих размеров. В случае наличия корпусов и проводников из алюминия или алюминиевых сплавов должны быть приведены подробные сведения об опасности электролитической коррозии. Если устройства имеют токопроводящие структуры, корпуса и т. д., то должны быть обеспечены средства для обеспечения электрической непрерывности между открытыми токопроводящими частями (защитными цепями) устройства и металлической обшивкой соединительных кабелей (стальная труба, свинцовый чехол и др.). Средства соединения для обеспечения непрерывности открытых токопроводящих частей с внешними защитными проводниками не должны иметь других функций.

Примечание – Необходимы специальные меры предосторожности для металлических частей устройства, особенно железных пластин, где используются износостойкие покрытия, например порошковые покрытия.

7.4.3.1.7 Площадь поперечного сечения нулевых защитных проводников (PE, PEN) в устройстве, к которому внешние проводники должны быть присоединены, должна определяться одним из следующих способов.

a) Площадь поперечного сечения нулевых защитных проводников (PE, PEN) должна быть не менее, чем указанные значения, приведенные в таблице 3.

Если применение этой таблицы приводит к нестандартным сечениям, то должны использоваться нулевые защитные проводники (PE, PEN), имеющие близкое большее стандартное значение площади поперечного сечения.

Таблица 3 – Площадь поперечного сечения нулевых защитных проводников (PE, PEN)

Площадь поперечного сечения фазовых проводников S, мм^2	Минимальная площадь поперечного сечения соответствующего нулевого защитного проводника (PE, PEN) S_p, мм^2
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S \leq 400$	S/2
$400 < S \leq 800$	200
$800 < S$	S/4

Значения таблицы 3 действительны, если нулевой защитный проводник (PE, PEN) изготовлен из того же металла, что и фазовые проводники. Если это не так, то площадь поперечного сечения нулевого защитного проводника (PE, PEN) должна быть определена таким способом, который определяет эквивалент проводимости относительно той, которая получена в результате применения таблицы 3.

Для PEN-проводников должны применяться следующие дополнительные требования:

– минимальная площадь поперечного сечения должна быть не менее 10 мм^2 для медных или 16 мм^2 для алюминиевых проводников;

– PEN-проводники не нуждаются в изоляции в пределах устройства;

– структурные части не должны использоваться как PEN-проводники. Однако монтажные рейки, сделанные из меди или алюминия, могут использоваться как PEN-проводники;

– таблица 3 допускает превышение токов в нулевом рабочем проводнике не более 30 % от значений фазовых токов;

– в некоторых установках, в которых ток в PEN-проводнике может достигать высоких значений, например в больших установках люминесцентного освещения, может быть необходим PEN-проводник, имеющий такую же или большую токопроводящую способность, как и фазовые проводники, при условии наличия специального соглашению между изготовителем и потребителем.

b) Площадь поперечного сечения нулевого защитного проводника (PE, PEN) должна быть вычислена с помощью формулы, указанной в приложении B, или получена другим методом, например испытанием.

Для определения площади поперечного сечения нулевых защитных проводников (PE, PEN) должны одновременно выполняться следующие условия:

1) во время проведения испытания согласно 8.2.4.2 значение систематической ошибки импеданса должно удовлетворять соответствующим условиям, требуемым для эксплуатации защитного устройства;

2) условия эксплуатации электрического защитного средства должны быть выбраны так, чтобы устранить возможность утечки тока в нулевом защитном проводнике (PE и PEN), являющейся причиной превышения температуры, во избежание повреждения проводника или его электрической непрерывности.

7.4.3.1.8 В случае, когда устройство, содержащее структурные части, каркасы, корпуса и т. д., изготовлено из токопроводящего материала, то нулевой защитный проводник, если он имеется, не нуждается в изоляции от этих частей (исключение, см. 7.4.3.1.9).

7.4.3.1.9 Проводники определенных защитных средств, включающие проводники, соединяющие их с отдельными элементами заземления, должны быть тщательно изолированы. Такие случаи применимы, например, к приборам, определяющим наличие эксплуатационного напряжения и к заземлению нейтрали трансформатора.

Примечание – Следует обратить внимание на то, что должны быть приняты специальные меры предосторожности при применении требований, относящихся к таким средствам.

7.4.3.1.10 Открытые токопроводящие части устройства, которые не могут быть присоединены к защитной цепи стационарными средствами, должны быть присоединены к защитной цепи устройства для защитного соединения посредством проводника, площадь поперечного сечения которого выбирается в соответствии с таблицей 3A.

Таблица 3A – Площадь поперечного сечения медного соединительного проводника

Номинальный рабочий ток I_e, A	Минимальная площадь поперечного сечения соединительного проводника, мм^2
$I_e \leq 20$	S*
$20 < I_e \leq 25$	2,5
$25 < I_e \leq 32$	4
$32 < I_e \leq 63$	6
$63 < I_e$	10
* S – площадь поперечного сечения фазового проводника, мм^2.	

7.4.3.2 Другие меры защиты, кроме использования защитной цепи

Устройства могут обеспечить защиту от непрямого контакта посредством следующих мер, которые не требуют защитной цепи:

– электрическое разделение цепей;

– полная изоляция.

7.4.3.2.1 Электрическое разделение цепей (см. 413.5 МЭК 60364-4-41)

7.4.3.2.2 Защита полной изоляцией*

Для защиты изоляцией от непрямого контакта должны выполняться следующие требования.

а) Приборы и аппаратура должны быть полностью помещены в корпус из изоляционного материала. На корпусе должно быть обозначение 

* Согласно 413.2.1.1 МЭК 60364-4-41, что эквивалентно оборудованию с классом защиты II.

* См. МЭК 60529.

7.4.6 Требования, связанные с доступностью обслуживания квалифицированным персоналом

По соглашению между изготовителем и потребителем для доступности обслуживания квалифицированным персоналом должны соблюдаться одно или более следующих требований, которые оговорены в соглашении между изготовителем и потребителем. Эти требования должны быть дополнительными по отношению к защитным мерам, установленным в 7.4

Примечание – Это подразумевает, что согласованные требования имеют силу, если квалифицированный сотрудник может получить доступ к устройству, например с использованием инструментов или через основную блокировку (см. 7.4.2.2.3), когда устройство или его часть находится под напряжением.

7.4.6.1 Требования, связанные с доступностью устройства для проверки и сходных операций

Устройство должно быть спроектировано и размещено таким образом, чтобы определенные операции, согласно соглашению между изготовителем и потребителем, могли быть выполнены, когда оно находится под напряжением.

Такими операциями могут быть:

– визуальный осмотр:
  – коммутационных и других аппаратов;
  – уставок и индикаторов реле и выключателей;
  – соединений проводников и маркировки;
– регулировка и переустановка реле, выключателей и электронных устройств;
– замена предохранителей;
– замена индикаторных ламп;
– некоторые операции по выявлению неисправностей, например измерение напряжения и тока посредством спроектированных и изолированных приборов.

7.4.6.2 Требования, связанные с доступом при техническом обслуживании

Должны быть приняты необходимые меры для обеспечения возможности технического обслуживания, согласованного между изготовителем и потребителем разъединенного функционального блока или группы устройств со смежными функциональными блоками или группами устройств, находящимися под напряжением. Выбор, который является предметом соглашения между изготовителем и потребителем, зависит от таких факторов, как условия обслуживания, периодичность технического обслуживания, компетентность квалифицированного персонала, правила местной установки и другие. Такие меры включают отбор подходящих форм разделения (см. 7.7) и могут также включать:

– достаточное пространство между функциональным блоком или смежными функциональными блоками или их группами. Рекомендуется, чтобы части, которые необходимо отсоединить как можно дальше при техническом обслуживании, удерживались крепежными средствами;

– использование барьеров, спроектированных и размещенных для защиты от прямого контакта с оборудованием, смежным с функциональными блоками или группами;

– использование отделений для каждого функционального блока или группы;

– включение средств дополнительной защиты, обеспеченных или установленных изготовителем.

7.4.6.3 Требования, связанные с доступностью расширения под напряжением

Когда требуется расширить устройство дополнительными функциональными блоками или их группами в то время, как оставшаяся часть устройства находится под напряжением, то применяются требования, установленные в 7.4.6.2, что подлежит соглашению между изготовителем и потребителем. Эти требования также применяются для встраивания и соединения дополнительных выходящих кабелей, когда действующие кабели находятся под напряжением.

Расширение сборных шин и присоединение дополнительных блоков к источнику питания не должны производиться под напряжением, кроме случаев, когда конструкция устройства допускает такие соединения.

7.5 Защита от короткого замыкания и выдерживаемое сопротивление короткого замыкания

Примечание – В настоящее время этот подпункт применяется в основном к оборудованию переменного тока. Требования относительно оборудования постоянного тока находятся на рассмотрении.

7.5.1 Общие положения

Устройства должны быть спроектированы таким образом, чтобы они были способны выдерживать термические и динамические напряжения, возникающие в результате воздействия токов короткого замыкания до номинальных значений.

Примечание – Напряжения короткого замыкания могут быть уменьшены при помощи токоограничивающих аппаратов (индуктивности, плавких токоограничивающих предохранителей и других токоограничивающих коммутационных аппаратов).

Устройства должны быть защищены от токов короткого замыкания, например, посредством прерывателей цепи, плавких предохранителей или комбинаций обоих, которые могут быть встроены в устройства или расположены вне устройства.

Примечание – Для устройств, предназначенных для использования в системах информационных технологий (IT)*, аппарат защиты от короткого замыкания должен иметь достаточную разрывную способность на каждом отдельном полюсе при линейном напряжении, чтобы обесточить двойное замыкание на землю.

Потребитель должен выполнить условия для короткого замыкания в месте установки при расположении устройства.

Примечание – Желательно, чтобы была обеспечена наивысшая степень защиты персонала в случае неполадок, приводящих к образованию дуги внутри устройства, хотя основной объект должен избегать таких дуг посредством соответствующих конструкций или ограничивать их продолжительность.

Для РТТА рекомендуется использовать устройства, подвергаемые испытаниям типа полностью, например сборные шины, если не применяются исключения, установленные в 8.2.3.1.1 – 8.2.3.1.3. В исключительных случаях, когда использование устройств, подвергаемых испытаниям типа полностью, невозможно, то выдерживаемое сопротивление короткого замыкания таких частей (см. 8.2.3.2.6) должно быть проверено экстраполяцией из подобных устройств, подвергаемых испытаниям типа полностью (см. МЭК 60865 и МЭК 61117).

7.5.2 Информация относительно выдерживаемого сопротивления короткого замыкания

7.5.2.1 Для устройства, имеющего только один входной блок, изготовитель должен установить выдерживаемое сопротивление короткого замыкания следующим образом.

7.5.2.1.1 Для устройств с аппаратами защиты от короткого замыкания (SCPD), встроенными во входной блок, изготовитель должен указать максимально допустимое значение ожидаемого тока короткого замыкания на выводах входного блока. Эта величина не должна превышать соответствующее предельное значение (см. 4.3, 4.4, 4.5 и 4.6). Соответствующий коэффициент мощности и пиковые значения должны быть такими, как указано в 7.5.3.

Если аппарат защиты от короткого замыкания – это плавкий предохранитель или токоограничивающий прерыватель цепи, то изготовитель должен установить характеристики SCPD (величину тока, отключающую способность, ток отсечки, I^2t и т. д.).

Если используется размыкатель цепи с размыкателем с выдержкой времени, то изготовитель должен установить максимальное время размыкания и регулятор тока, соответствующий указанному ожидаемому току короткого замыкания.

7.5.2.1.2 Для устройств, где аппаратура защиты от короткого замыкания не является встроенной частью входного блока, изготовитель должен указать выдерживаемое сопротивление короткого замыкания одним или более из следующих способов:

a) номинальный кратковременно допустимый ток с соответствующим интервалом времени, если он не равен 1 с (см. 4.3), и номинальный пиковый выдерживаемый ток (см. 4.4);

Примечание – Для интервалов времени до 3 с отношение между номинальным кратковременно допустимым током и соответствующим временем определяется по формуле $I^2 t$ = const, обеспечивая, чтобы пиковое значение не превышало номинальный пиковый выдерживаемый ток.

b) номинальный условный ток короткого замыкания (см. 4.5);

Для перечисления b) изготовитель должен указать характеристики аппарата защиты от короткого замыкания, необходимые для защиты устройства (величину тока, отключающую способность, ток отсечки, $I^2 t$ и др.).

Примечание – Если необходима замена плавких предохранителей, допускается использование плавких предохранителей с одинаковыми характеристиками.

7.5.2.2 Для устройств, имеющих несколько входных блоков, которые при малой вероятности будут работать одновременно, выдерживаемое сопротивление короткого замыкания может быть указано для каждого входного блока согласно 7.5.2.1.

7.5.2.3 Для устройств, имеющих несколько входных блоков, которые, вероятно, будут работать одновременно, и для устройств, имеющих один входной блок и один или более выходных блоков для мощных вращающихся машин, которые будут способствовать короткому замыканию цепи, должно быть подписано специальное соглашение для определения значений ожидаемого тока короткого замыкания в каждом входном блоке, в каждом выходном блоке и в сборных шинах.

---

* См. МЭК 60364-3.

7.5.3 Зависимость между пиковым током и током короткого замыкания

Для определения электродинамических напряжений значение пикового тока должно вычисляться умножением тока короткого замыкания на коэффициент *n*. Стандартные значения коэффициента *n* и соответствующий коэффициент мощности приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Стандартные значения коэффициента n

Действующее значение тока короткого замыкания, кА	Cos φ	*n*
$I \leq 5$	0,7	1,5
$5 < I \leq 10$	0,5	1,7
$10 < I \leq 20$	0,3	2
$20 < I \leq 50$	0,25	2,1
$50 < I$	0,2	2,2

Примечание – Значения из этой таблицы имеют широкое применение. В отдельных случаях, например вблизи трансформаторов или генераторов, нижние величины коэффициента мощности можно определить, посредством чего максимальный ожидаемый пиковый ток может стать предельным значением вместо действующего значения тока короткого замыкания.

7.5.4 Координация средств защиты от короткого замыкания

7.5.4.1 Координация средств защиты должна быть указана в соглашении между изготовителем и потребителем. Вместо такого соглашения может использоваться информация, данная в каталоге изготовителя.

7.5.4.2 Если условия эксплуатации требуют максимальной непрерывности питания, то установка или подборка средств защиты от короткого замыкания в пределах устройства должна, где возможно, осуществляться таким образом, чтобы короткое замыкание, происходящее в любой из выходящей ветви цепи, отделялось коммутационным аппаратом, установленным в поврежденной ветви цепи без воздействия на другие выходящие ветви, что обеспечивает избирательность защитной системы.

7.5.5 Цепи внутри устройства

7.5.5.1 Главные цепи

7.5.5.1.1 Сборные шины (неизолированные или изолированные) должны быть расположены таким образом, чтобы внутреннее короткое замыкание не происходило при нормальных условиях эксплуатации. Если не установлено иное, то они нормируются в соответствии с требованиями, касающимися выдерживаемого сопротивления короткого замыкания (см. 7.5.2), и спроектированы таким образом, чтобы выдерживать напряжение короткого замыкания средствами защиты, ограничивающими ток со стороны питания сборных шин.

7.5.5.1.2 В пределах секции проводники (включая распределительные сборные шины) между главными сборными шинами и стороной питания функциональных блоков так же, как и компоненты, включенные в эти блоки, могут быть нормированы на основе уменьшенных напряжений цепи короткого замыкания, которые происходят на стороне нагрузки на средство соответствующей защиты от короткого замыкания в пределах каждого блока при условии, если эти проводники расположены таким образом, чтобы при нормальных условиях эксплуатации внутреннее короткое замыкание между фазами или между фазами и заземлением было маловероятным (см. 7.5.5.3). Такие проводники предпочтительно выполнять одножильными.

7.5.5.2 Вспомогательные цепи

Конструкция вспомогательных цепей должна учитывать систему заземления и обеспечивать, чтобы замыкание на землю или замыкание между токоведущей частью и открытой токопроводящей частью не вызывало неожиданного опасного воздействия.

Как правило, вспомогательные цепи должны быть защищены от воздействия короткого замыкания. Однако средство защиты от короткого замыкания не предусматривается, если его действие является причиной опасности. В таком случае проводники вспомогательных цепей должны быть размещены таким способом, чтобы короткое замыкание не могло произойти в нормальных условиях эксплуатации (см. 7.5.5.3).

7.5.5.3 Выбор и установка незащищенных активных проводников для уменьшения возможности коротких замыканий

Активные проводники в устройствах, которые не защищены средствами защиты от короткого замыкания (см. 7.5.5.1.2 и 7.5.5.2), должны быть так выбраны и установлены в устройстве, чтобы при

нормальных условиях эксплуатации внутреннее короткое замыкание между фазами или между фазой и землей было маловероятным. Примеры типов проводников и требований к их установке приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Выбор проводников и требования установки

Типы проводников	Требования
Оголенные проводники или одножильные проводники с основной изоляцией, например кабели, соответствующие МЭК 60227-3.	Не допускается взаимный контакт или контакт с токопроводящими частями, например, посредством использования разделителей.
Одножильные проводники с основной изоляцией и максимально допустимой температурой работы проводника свыше 90 °С, например кабели, соответствующие МЭК 60245-3, или термостойкие изолированные кабели PVC, соответствующие МЭК 60227-3.	Взаимный контакт или контакт с токопроводящими частями допускается, если не применяется внешнее давление. Контакты с острыми краями должны быть исключены. Не должно быть риска механического повреждения. Эти проводники могут быть использованы только так, чтобы рабочая температура не превышала 80 % от максимально допустимой температуры работы проводника.
Проводники с основной изоляцией, например кабели, соответствующие МЭК 60227-3, имеющие дополнительную вторичную изоляцию, например кабели с индивидуальным покрытием, дающим усадку, и кабели, помещенные в пластиковые трубы.	Если нет риска механического повреждения, то дополнительные требования не предъявляются.
Проводники, изолированные материалом с высокой механической прочностью, например этилен тетрафторэтилен изоляция (ETFE), или проводники с двойной изоляцией, с усиленной внешней оболочкой, рассчитанные для использования до 3 кВт, например кабели, соответствующие МЭК 60502.	
Одно- или многожильные защищенные кабели, например кабели, соответствующие МЭК 60245-4 или МЭК 60227-4.	
Примечание – Оголенные или изолированные проводники, установленные, как указано в таблице выше, и имеющие устройство защиты от короткого замыкания, соединенные в месте нагрузки, могут иметь длину до 3 м.	

7.6 Комплектующие элементы и компоненты, встроенные в устройства

7.6.1 Выбор комплектующих элементов и компонентов

Комплектующие элементы и компоненты, встроенные в устройства, должны удовлетворять соответствующим стандартам МЭК.

Комплектующие элементы и компоненты должны быть пригодны для конкретного применения, касающегося внешней конструкции устройств (в том числе открытого и закрытого типов), номинального напряжения изоляции, номинального импульсного выдерживаемого напряжения, номинального тока, номинальной частоты, срока эксплуатации, включающей и отключающей способности, прочности при коротком замыкании и т. д.

Комплектующие элементы и компоненты, имеющие выдерживаемое сопротивление короткого замыкания и/или отключающую способность, недостаточные для выдерживания напряжений, которые могут возникать в месте установки, должны быть защищены токоограничивающими защитными аппаратами, например предохранителями или прерывателями цепи. При выборе токоограничивающей защитной аппаратуры для встроенных коммутационных приборов следует учитывать максимальные допустимые значения, установленные изготовителем аппаратов, учитывая координацию (см. 7.5.4).

Координация комплектующих элементов и компонентов, например координация стартеров двигателя со средством защиты от короткого замыкания, должна удовлетворять соответствующим стандартам МЭК.

Комплектующие элементы и компоненты в цепи, для которой номинальное импульсное выдерживаемое напряжение установлено изготовителем, не должны генерировать коммутационные перенапряжения более, чем номинальное импульсное выдерживаемое напряжение цепи; также они не должны подвергаться воздействию коммутационных перенапряжений более, чем номинальное импульсное предельное напряжение цепи. Это должно быть учтено при выборе комплектующих элементов и компонентов для использования в данной цепи.

Пример:

Комплектующие элементы и компоненты, имеющие номинальное импульсное напряжение U_{imp}= 4000 В, номинальное напряжения изоляции U_i = 250 В и максимальное коммутационное перенапряжение 1200 В (при номинальном эксплуатационном напряжении 230 В), могут быть использованы в цепях с категориями перенапряжения I, II, III или даже IV, где используются соответствующие средства защиты от перенапряжений.

Примечание – Категории перенапряжений см. в 2.9.12 и приложении G.

7.6.2 Установка

Комплектующие элементы и компоненты должны быть установлены в соответствии с инструкциями изготовителя (место использования, зазоры, соблюдаемые для электрической дуги при перемещении дугогасительной камеры и т. д.).

7.6.2.1 Доступность

Аппараты, функциональные блоки, установленные на той же опоре (монтажная плита, монтажный каркас), и выводы для внешних проводников должны быть расположены таким образом, чтобы быть доступными для монтажа, проводки, эксплуатации и замены. Рекомендуется, чтобы выводы были расположены на высоте не менее 0,2 м над основанием устройства, закрепленного на полу, должны быть размещены так, чтобы можно было легко подсоединить к ним кабели.

Регулировочные и настроечные элементы, которые функционируют внутри устройства, должны быть легко доступны.

Как правило, для устройств, закрепленных на полу, индикаторные механизмы, показания которых должен отслеживать оператор, не должны размещаться более чем на 2 м над основанием устройства. Функционирующие элементы, такие как рукоятки, пусковые кнопки и т. д., должны быть размещены на такой высоте, на которой они могут свободно функционировать; это значит, что их осевая линия должна быть не более 2 м над основанием устройства.

Примечание 1 – Органы управления для аварийных коммутационных аппаратов (см. МЭК 60364-5-537, пункт 537.4) должны быть доступны в пределах зоны от 0,8 до 1,6 м над уровнем обслуживания.

Примечание 2 – Рекомендуется, чтобы устройства, закрепленные на полу или стене, были установлены на такой высоте по отношению к рабочему уровню, чтобы они соответствовали вышеуказанным требованиям по доступности и действию высот.

7.6.2.2 Взаимодействие

Комплектующие элементы и компоненты должны быть установлены и смонтированы в устройстве таким образом, чтобы надлежащее функционирование не нарушалось взаимодействием, таким как тепло, дуга, вибрация, энергетические поля, которые присутствуют при нормальной эксплуатации. В случае электронных устройств существует необходимость отделения или экранирования контрольных цепей от силовых цепей.

В случае, когда спроектированы корпуса для установки плавких предохранителей, должны быть предусмотрены специальные положения для теплового воздействия (см. 7.3). Изготовитель должен указать тип и номинальный ток используемых плавких предохранителей.

7.6.2.3 Барьеры

Барьеры для ручных комплектующих элементов должны быть спроектированы так, чтобы коммутационные дуги не представляли опасности для оператора.

Чтобы минимизировать опасность при замене плавкого предохранителя, должны применяться межфазные ограждения, если только конструкция и расположение предохранителя не сделает это ненужным.

7.6.2.4 Условия эксплуатации в месте установки.

Комплектующие элементы и компоненты для устройств выбирают на основе нормальных условий эксплуатации устройств, установленных в 6.1 (см. также 7.6.2.2.).

При необходимости должны быть приняты необходимые меры предосторожности (нагрев, вентиляция), чтобы обеспечить сохранение условий эксплуатации, необходимых для надлежащего функционирования, например минимальной температуры реле, счетчиков, электронных компонентов и т. д., которые удовлетворяют соответствующим техническим требованиям.

7.6.2.5 Охлаждение

В устройствах может быть обеспечено как естественное, так и искусственное охлаждение. Если в месте установки требуются специальные особые меры для обеспечения надлежащего охлаждения, изготовитель должен предоставить необходимую информацию (например, указание на необходимость зазоров по отношению к частям, склонным препятствовать утечке тепла или выделять тепло самостоятельно).

7.6.3 Неподвижные части.

В случае неподвижных частей (см. 2.2.5) соединения главных цепей (см. 2.1.2) могут быть установлены или разомкнуты тогда, когда устройство не подсоединено. Как правило, снятие и установка неподвижных частей требует применения инструмента.

Разъединение неподвижных частей может потребовать разъединение собранного устройства или его части.

Чтобы предотвратить доступ неквалифицированного вмешательства, коммутационные устройства могут быть оборудованы средствами защиты в одном или более местах.

Примечание – Должны быть приняты соответствующие меры безопасности, если в определенных рабочих условиях допускаются токоведущие цепи.

7.6.4 Съемные и выдвижные части

7.6.4.1 Конструкция

Съемные и выдвижные части должны быть спроектированы так, чтобы их электрическое оборудование могло быть безопасно разъединено или присоединено к главной цепи, когда оно находится под напряжением. Съемные и выдвижные части могут быть оборудованы блокирующим устройством ввода (см. 2.4.17). Минимальные зазоры и расстояния утечки (см. 7.1.2.1) должны быть соответствующими в разных положениях при перемещении из одного положения в другое.

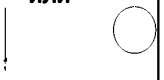
Примечание 1 – Может возникнуть необходимость обеспечить, чтобы эти операции не выполнялись под напряжением.

Съемные части должны иметь положение соединения (см. 2.2.8) и положение снятия (см. 2.2.11).

Выдвижные части дополнительно должны иметь положение разъединения (см. 2.2.10) и могут иметь испытательное положение (см. 2.2.9) или испытательное состояние (см. 2.1.9). Они должны быть четко размещены в этих положениях. Эти положения должны быть четко различимы.

Для электрических условий для различных положений выдвижных частей см. таблицу 6.

Таблица 6 – Электрические условия для различных положений выдвижных частей

Цепь	Метод соединения	Положение			
		Положение соединения (см. 2.2.8)	Испытательное положение (см. 2.1.9/2.2.9)	Положение разъединения (2.2.10)	Положение снятия (см. 2.2.11)
Входящая главная цепь	Входящая проводная вилка и розетка или другие средства соединения				
Выходящая главная цепь	Выходящая проводная вилка и розетка или другие средства соединения		или [1] 	или [1] 	
Вспомогательная цепь	Вилка и розетка или подобные средства соединения				

Окончание таблицы 6

Цепь	Метод соединения	Положение			
		Положение соединения (см. 2.2.8)	Испытательное положение (см. 2.1.9/2.2.9)	Положение разъединения (2.2.10)	Положение снятия (см. 2.2.11)
Состояние цепей в пределах выдвижных частей		Под напряжением	Под напряжением Вспомогательные цепи готовы для испытаний на функционирование	Обесточен, если отсутствует обратное питание	◯
Состояние выходящих выводов главной цепи устройства		Под напряжением	Под напряжением или соединен[2)]	Обесточен, если отсутствует обратное питание	Обесточен, если отсутствует обратное питание
		Должны выполняться требования 7.4.4			

[1)] Непрерывность относительно земли должна быть соблюдена в соответствии с перечислением b) 7.4.3.1.5 и сохраняться, пока не будет установлено разомкнутое расстояние.

[2)] В зависимости от того, будет ли на выводах питание от альтернативных источников питания, таких как резервное питание.

| = соединен,

◯ = разъединен (происходит дважды),

⌒ = разомкнут, но не обязательно разъединен.

7.6.4.2 Блокировка и запирание на висячий замок выдвижных частей

Если не указано иное, выдвижные части должны быть оснащены устройством, которое обеспечивает возможность снятия оборудования и/или перестановки только после того, как главная цепь будет разомкнута.

Для того чтобы предотвратить неквалифицированное вмешательство, выдвижные части могут быть обеспечены средствами для запирания на висячий замок или блокировки для закрепления их в одном и более положениях (см. 7.1.1).

7.6.4.3 Степень защиты

Степень защиты (см. 7.2.1), указанная для устройств, обычно применяется в соединенном положении (см. 2.2.8) съемных и/или выдвижных частей. Изготовитель должен указать степень защиты, установленную в других положениях и во время перемещения между ними.

Устройства с выдвижными частями могут быть спроектированы таким образом, чтобы степень защиты, выполненная в соединенном положении, сохранялась также в испытательном и разъединенном положении и во время перемещения из одного положения в другое.

Если после смещения съемной и/или выдвижной части первоначальная степень защиты не сохранена, то между изготовителем и потребителем должно быть соглашение, какие меры должны быть приняты, чтобы обеспечить достаточную защиту. Информация, данная в каталоге изготовителя, может иметь место в таком соглашении.

7.6.4.4 Способ соединения вспомогательных цепей

Вспомогательные цепи должны быть спроектированы таким образом, чтобы они могли быть разомкнуты с применением инструмента или без него.

Предпочтительно, чтобы в случае выдвижных частей соединение вспомогательных цепей было возможным без применения инструмента.

7.6.5 Идентификация

7.6.5.1 Идентификация проводников главных и вспомогательных цепей

За исключением случаев, упомянутых в 7.6.5.2, метод и степень идентификации проводников, например, по расположению, цветам или символам на выводах, которыми присоединяются или заканчиваются сами проводники, относятся к ответственности изготовителя и должны быть в соглашении с указаниями на электрические монтажные схемы и чертежи. Идентификация по МЭК 60445 и МЭК 60446 должна быть применена, где возможно.

7.6.5.2 Идентификация нулевого защитного проводника (PE, PEN) и нулевого рабочего проводника (N) главной цепи

Нулевой защитный проводник можно легко распознать по форме, расположению, маркировке или цвету. Если используется идентификация по цвету, то он должен быть зеленый или желтый (или двухцветный). Когда нулевой защитный проводник является изолированным одножильным кабелем, то такая цветовая идентификация должна использоваться преимущественно по всей длине кабеля.

Примечание – Идентификация зеленым или желтым цветами строго закреплена за нулевым защитным проводником.

Любой нулевой рабочий проводник главной цепи должен быть легко распознаваем по форме, расположению, маркировке или цвету. Если используется идентификация по цвету, то рекомендовано применять светло-голубой цвет.

Выводы для внешних нулевых защитных проводников должны маркироваться в соответствии с МЭК 60445. В качестве примера см. графический символ  № 5019 стандарта МЭК 60417. Этот символ не требуется, если внешний нулевой защитный проводник предназначен для соединения с внутренним нулевым защитным проводником, который четко идентифицирован желтым или зеленым цветами.

7.6.5.3 Направление эксплуатации и обозначение положений эксплуатации

Положения эксплуатации компонентов и устройств должны быть четко идентифицированы. Если положение эксплуатации не соответствует МЭК 60447, то такое положение должно быть четко идентифицировано.

7.6.5.4 Индикаторные огни и кнопки

Цвета индикаторных огней и кнопок приведены в МЭК 60073.

7.7 Внутреннее разделение устройств барьерами или перегородками

Одно или несколько следующих условий могут быть достигнуты путем разделения устройства посредством перегородок или барьеров (металлических и неметаллических) на разделенные отделения или закрытые защищенные пространства:

– защита от контакта с представляющими опасность частями, относящимися к смежным функциональным блокам. Степень защиты должна быть не менее IPXXB;

– защита от попадания твердых инородных предметов из одного блока устройства в смежный блок. Степень защиты должна быть не менее IP2X.

Примечание – Степень защиты IP2X включает степень защиты IPXXB.

Далее приводятся типичные формы разделения барьерами или перегородками (примеры, см. Приложение D).

Таблица 6А – Виды внутреннего разделения

Основной критерий	Дополнительный критерий	Вид
Нет внутреннего разделения		Вид 1
Разделение сборных шин от функциональных блоков	Выводы для внешних проводников не разделены от сборных шин	Вид 2a
	Выводы для внешних проводников разделены от сборных шин	Вид 2b
Разделение сборных шин от функциональных блоков и разделение всех функциональных блоков друг от друга. Разделение выводов для внешних проводников от функциональных блоков, но не от выводов других функциональных блоков	Выводы для внешних проводников не разделены от сборных шин	Вид 3a
	Выводы для внешних проводников разделены от сборных шин	Вид 3b
Разделение сборных шин от всех функциональных блоков и разделение всех функциональных блоков друг от друга. Разделение выводов для внешних проводников, связанных с функциональным блоком, от выводов других функциональных блоков и сборных шин	Выводы для внешних проводников в том же отделении, где и связанный функциональный блок	Вид 4a
	Выводы для внешних проводников не в том же отделении, где и связанный функциональный блок, а в отдельном замкнутом защищенном пространстве или отделении	Вид 4b

Вид разделения и более высокие степени защиты являются предметом соглашения между изготовителем и потребителем.

См. 7.4.2.2.2 в отношении стабильности и долговечности барьеров и перегородок.

См. 7.4.6.2 в отношении доступности для технического обслуживания разъединенных функциональных блоков.

См. 7.4.6.3 в отношении доступности расширения под напряжением.

7.8 Электрические соединения внутри устройства: шины и изолированные проводники

7.8.1 Общие положения

Соединения токоведущих частей не должны испытывать деформации в результате превышения температуры, старения изоляционного материала и вибраций, происходящих при нормальной эксплуатации. В особенности должны быть приняты во внимание воздействия термического расширения и электролитического действия в случае неоднородных металлов, а также воздействия на прочность материалов действия достигаемых температур.

Соединения между токоведущими частями должны устанавливаться средствами, которые обеспечивают достаточное и надежное контактное давление.

7.8.2 Размеры и оценка сборных шин и изолированных проводников

Выбор поперечного сечения проводников внутри устройства находится под ответственностью изготовителя. Выбор поперечного сечения проводника определяется не только величиной проходящего тока, но и механическими напряжениями, которым подвержено устройство, способом укладки проводников, типом изоляции и, если необходимо, видом соединения элементов (например, электронное).

7.8.3 Монтаж (см. также 7.8.2)

7.8.3.1 Изолированные проводники должны быть рассчитаны по крайней мере на номинальное напряжение изоляции (см. 4.1.2) рассматриваемой цепи.

7.8.3.2 Кабели с двумя соединяемыми устройствами не должны иметь промежуточных соединений внахлест или запаянных соединений.

7.8.3.3 Изолированные проводники не должны касаться оголенных токоведущих частей с различными потенциалами или острых краев и должны быть адекватно установлены.

7.8.3.4 Питание для оборудования и измерительных приборов в крышках и дверях должно быть установлено таким образом, чтобы избежать механического повреждения проводников в результате движения этих крышек или дверей.

7.8.3.5 Запаянные соединения для оборудования должны быть в устройствах только в случае, если аппарат обеспечивает защиту для этого типа соединения.

Там, где оборудование подвержено большим вибрациям во время нормальной эксплуатации, запаянные кабели или электрические провода должны быть механически закреплены дополнительными средствами на малом расстоянии от запаянного стыка.

7.8.3.6 В условиях, где возможны большие вибрации в процессе нормальной эксплуатации, например в случае работы экскаватора или подъемного крана, работы на борту кораблей, подъемных установок и локомотивов, должно быть уделено внимание закреплению проводников. Для аппаратов, отличных от указанных в 7.8.3.5, запаянные зажимы кабелей или запаянные выводы витых проводников не применимы в условиях больших вибраций.

7.8.3.7 В большинстве случаев только один проводник должен быть присоединен к контакту. Присоединение двух или более проводников к одному контакту рекомендовано только в тех случаях, когда контакты предназначены для этого.

7.9 Требования к цепям питания электронного оборудования

Для электронного оборудования, если иное не установлено в соответствующих технических требованиях МЭК, применяются следующие требования.

7.9.1 Изменения* входного напряжения

1) Диапазон питающего напряжения для источников в виде батарей должен быть равен номинальному питающему напряжению ± 15 %.

Примечание – Этот диапазон не включает добавочный диапазон напряжения, который требуется для зарядки батарей.

2) Диапазон входного постоянного напряжения должен быть таким, который получен выпрямлением переменного питающего напряжения (см. перечисление 3).

3) Диапазон питающего напряжения для источников переменного тока должен быть равен номинальному входному напряжению ± 10 %.

4) Если необходим больший допуск, то это является предметом соглашения между изготовителем и потребителем.

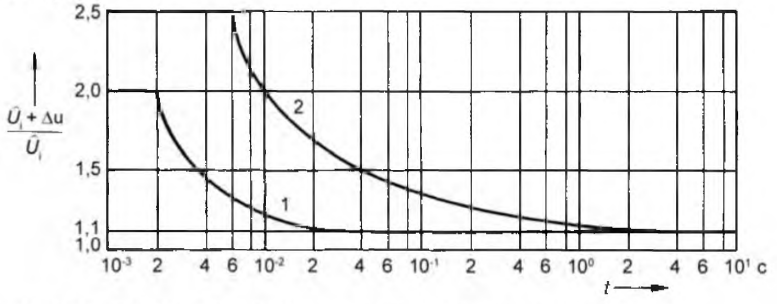
7.9.2 Перенапряжения*

Перенапряжения питания отражены на графике 1. Этот график применим к непериодическим перенапряжениям, как к отклонениям от номинального пикового значения за короткий промежуток времени. Устройства должны быть спроектированы таким образом, чтобы их рабочая способность в случае перенапряжений была ниже значений, представленных кривой 1.

Если перенапряжения происходят в пределах диапазона между кривыми 1 и 2, работа может быть прервана ответным действием средств, предохраняющих устройство, при этом не должно быть нанесено никакого разрушения устройству при применении пикового значения напряжения, равного 2 U_i + 1000 В.

Примечание 1 – Периоды времени менее 1 мс не рассматриваются.

Примечание 2 – Более высокие перенапряжения, чем приведенные выше, должны быть ограничены соответствующими мерами.



$\hat{U}_i$ – синусоидальное пиковое значение номинального напряжения изоляции;

Δu – добавленное непериодическое пиковое значение;

t – время.

Рисунок 1 – Отношение $\frac{\hat{U}_i + \Delta u}{\hat{U}_i}$ как функция времени

* В соответствии с МЭК 60146-2.

7.9.3 Форма волны*

Гармоники входного переменного напряжения, питающего устройства, которые включают электронное оборудование, ограничены в следующих пределах.

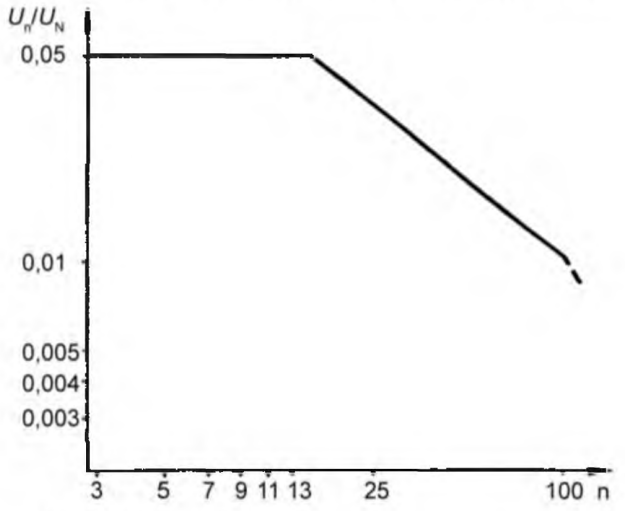
1) Относительный коэффициент гармоник не должен превышать 10 %, т. е. относительный основной коэффициент должен быть равен или больше 99,5 %.

2) Гармонические составляющие не должны превышать значения, приведенные на графике 2.

Примечание 1 – Устройство должно быть разъединено, и внутреннее полное сопротивление источника питания должно быть определено в соглашении между изготовителем и потребителем, если это полное сопротивление имеет существенное значение.

Примечание 2 – Те же значения определены для электронного управления и контроля.

Примечание 3 – Самое высокое периодическое мгновенное значение напряжения питания переменного тока не должно превышать более чем на 20 % пиковое значение основной гармоники.



n – порядок гармонической составляющей;

U_n – действующее значение гармонического порядка *n*;

U_N – действующее значение номинального напряжения системы.

Рисунок 2 – Максимально допустимая гармоническая составляющая номинального напряжения системы

7.9.4 Временные изменения напряжения и частоты

Оборудование должно работать без повреждений, если происходят временные изменения, в следующих условиях.

a) Падение напряжения не превышает 15 % номинального напряжения на протяжении не более 0,5 с;

b) Отклонение в частоте питания не более ± 1 % от номинальной частоты. Если требуется больший допуск, это должно быть оговорено в соглашении между изготовителем и потребителем;

c) Максимально допустимая продолжительность прерывания напряжения питания для оборудования должна быть указана изготовителем.

7.10 Электромагнитная совместимость (ЭМС)

7.10.1 Общие положения

Для большинства вариантов применения устройства в пределах области применения настоящего стандарта установлены два типа условий окружающей среды:

a) Среда A;

b) Среда B.

* В соответствии с МЭК 60146-2.

Среда А: относится к низковольтным негражданским или промышленным сетям, включающим источники высокого напряжения.

Примечание 1 – Среда А соответствует классу А оборудования по СИСПР 11 и МЭК 61000-6-4.

Примечание 2 – Промышленные размещения характеризуются одним или более из следующих условий:

– наличие промышленной, научной или медицинской аппаратуры, например работающих машин;

– частое переключение больших индуктивных и емкостных нагрузок;

– большой ток и связанные с ним магнитные поля.

Среда В: относится к низковольтным сетям общего пользования, таким как бытовые, коммерческие и установки для легкой промышленности. Источники высокого напряжения, такие как дуговые сварочные агрегаты, не охватываются данной средой.

Примечание 3 – Среда В соответствует классу В оборудования по СИСПР 11 и МЭК 61000-6-3.

Примечание 4 – Следующий перечень не является полным, но приводит указания на следующие размещения:

– жилые помещения, например дома, квартиры;

– точки розничной торговли, например магазины, супермаркеты;

– помещения для торгово-промышленной деятельности, например офисы, банки;

– места для проведения общественных мероприятий, например кинотеатры, кафе, танцевальные площадки;

– расположения вне помещений, например автозаправочные станции, автомобильные парковки, спортивные центры;

– помещения легкой промышленности, например мастерские, лаборатории, сервисные центры.

Условия окружающей среды А и/или В, для которых устройство применимо, должны быть указаны изготовителем.

7.10.2 Требования к испытаниям

Устройства в большинстве случаев изготовлены или собраны на одноразовой основе, включающей более или менее случайную комбинацию устройств и компонентов.

Не требуется проводить испытания на электромагнитную устойчивость и эмиссию готовых устройств, если выполняются следующие условия:

a) Встроенные устройства и компоненты соответствуют требованиям ЭМС для установленной среды (см. 7.10.1) и соответствуют стандартам по данному изделию и общим стандартам на ЭМС;

b) внутренняя установка и проводка выполнены в соответствии с инструкциями изготовителя устройств и компонентов (установка в зависимости от взаимного влияния, кабеля, экранирования, заземления и т. д.).

Во всех других случаях требования ЭМС должны быть проверены испытанием согласно Н.8.2.8.

7.10.3 Устойчивость

7.10.3.1 Устройства, не включающие электронные цепи

Устройства, не включающие электронные цепи, нечувствительны к нормальным электромагнитным помехам, поэтому не требуется испытание на устойчивость.

7.10.3.2 Устройства, включающие электронные цепи

Электронное оборудование, встроенное в устройства, должно удовлетворять требованиям по устойчивости соответствующего стандарта на изделие или общего стандарта по ЭМС и должно соответствовать ЭМС среде, установленной изготовителем.

Во всех других случаях требования ЭМС должны быть проверены испытанием согласно Н.8.2.8.

Примечание – Оборудование, которое содержит электронные цепи, где все компоненты являются пассивными (например, диоды, резисторы, варисторы, конденсаторы, ограничители перенапряжения, индукторы), не подвергают испытаниям на ЭМС.

Изготовитель аппаратов и/или компонентов должен установить особые критерии функционирования этих изделий, основанные на критерии приемки, приведенном в соответствующем стандарте на изделие.

7.10.4 Эмиссия

7.10.4.1 Устройства, не включающие электронные цепи

Для устройств, не включающих электронные цепи, электромагнитные помехи могут создаваться оборудованием во время случайных операций переключения. Продолжительность помех должна быть равна нескольким миллисекундам. Частоту, уровень и последствия этой эмиссии рассматривают как часть нормальной электромагнитной среды низковольтных установок. Поэтому требования электромагнитной эмиссии должны обязательно выполняться и нет необходимости в проверке.

7.10.4.2 Устройства, включающие электронные цепи

Электронное оборудование, встроенное в устройства, должно удовлетворять требованиям по устойчивости соответствующего стандарта на изделие или общего стандарта по ЭМС и должно соответствовать ЭМС среде, установленной изготовителем.

7.10.4.2.1 Частоты 9 кГц и выше

Устройства, включающие электронные цепи (такие как импульсные источники электропитания, цепи, включающие микропроцессоры с высокочастотными генераторами), могут создавать длительные электромагнитные помехи.

Помехи не должны превышать значений, установленных в соответствующих стандартах на устройства, или должны соответствовать таблице Н.1 для среды А или таблице Н.2 для среды В. Эти испытания проводят только в случаях, если главные или вспомогательные цепи содержат компоненты, которые не были испытаны на соответствие требованиям стандартов на устройства и имеют основные частоты переключения величиной 9 кГц или более.

Испытания должны выполняться в соответствии с требованиями стандарта на изделия или, если это применимо, в соответствии с Н.8.2.8.

7.10.4.2.2 Частоты ниже 9 кГц

Устройства, включающие электронные цепи, которые создают гармоники при питании от сети переменного тока, должны соответствовать требованиям МЭК 61000-3-2 в тех случаях, где это применимо.

7.11 Описание типов электрических соединений функциональных блоков

Типы электрических соединений функциональных блоков в устройствах или частях устройств могут быть обозначены трехбуквенным кодом, где:

– первая буква обозначает тип электрического соединения главной входной цепи;

– вторая буква обозначает тип электрического соединения главной выходной цепи;

– третья буква обозначает тип электрического соединения вспомогательных цепей.

Должны быть использованы следующие буквы:

– F – для неподвижных соединений (см. 2.2.12.1);

– D – для разъемных соединений (см. 2.2.12.2);

– W – для выдвижных соединений (см. 2.2.12.3).

8 Технические требования к испытаниям

8.1 Классификация испытаний

Испытания для проверки характеристик устройств включают:

– испытания типа (см. 8.1.1 и 8.2);

– контрольные испытания (см. 8.1.2. и 8.3).

Изготовитель должен по требованию указать основу для проведения проверок.

Примечание – Проверки и испытания, которым подвергаются ТТА и РТТА, перечислены в таблице 7.

8.1.1 Испытания типа (см. 8.2)

Испытания типа предназначены для проверки соответствия требованиям, изложенным ниже для данного типа устройства.

Испытания типа должны проводиться на образце устройства или на тех частях устройств, которые имеют такую же или подобную конструкцию.

Испытания типа должны проводиться по инициативе изготовителя.

Испытания типа включают следующее:

a) проверку значений превышения температур (8.2.1);

b) проверку диэлектрических свойств (8.2.2);

c) проверку выдерживаемого сопротивления короткого замыкания (8.2.3);

d) проверку электрической непрерывности защитной цепи (8.2.4);

e) проверку зазоров и расстояний утечки (8.2.5);

f) проверку механического функционирования (8.2.6);

g) проверку степени защиты (8.2.7);

h) испытания на ЭМС (см. 7.10 и, если применимо, приложение Н).

Эти испытания могут проводиться в любом порядке и/или на разных образцах того же типа.

Если изменяются компоненты устройства, то должны проводиться новые типовые испытания только в тех случаях, когда изменения могут отрицательно влиять на результаты этих испытаний.

8.1.2 Контрольные испытания

Контрольные испытания предназначены для того, чтобы обнаружить дефекты материалов и проверку качества изготовленных изделий. Эти испытания проводятся на каждом новом устройстве после того, как оно было собрано, или на каждом транспортном блоке. Аналогичное контрольное испытание в месте установки не требуется.

Устройства, которые собраны из стандартизованных компонентов предприятием, не являющимся изготовителем с эксклюзивным использованием частей и компонентов, указанных или поставленных изготовителем с этой целью, должны быть подвергнуты контрольным испытаниям предприятием, которое собрало устройство.

Контрольные испытания включают следующее:

a) осмотр устройства, включая осмотр монтажа и, если необходимо, испытание на электрическое функционирование (8.3.1);

b) диэлектрические испытания (8.3.2);

c) проверку защитных мер и электрической непрерывности защитной цепи (8.3.3).

Эти испытания могут быть выполнены в любом порядке.

Примечание – Проведение контрольных испытаний на изготовителе не освобождает предприятие, устанавливающее устройство, от обязанности проверки этого устройства после его транспортирования и установки.

8.1.3 Испытание оборудования и автономных компонентов, встроенных в устройство

Не требуется проведение испытаний типа или контрольных испытаний для оборудования и автономных компонентов, встроенных в устройство, если они были отобраны в соответствии с 7.6.1 и установлены в соответствии с инструкциями изготовителя.

8.2 Испытания типа

8.2.1 Проверка пределов превышения температуры

8.2.1.1 Общие положения

Испытание на превышение температуры предназначено для проверки пределов превышения температуры, установленные в 7.3 для различных частей устройств.

Это испытание обычно проводится при значениях номинального тока в соответствии с 8.2.1.3, когда аппаратура устройства установлена.

Испытание может быть выполнено с помощью резисторов накаливания с эквивалентной потерей мощности в соответствии с 8.2.1.4.

Допускается испытывать отдельные части устройства (панели, коробки, корпусы и т. д.) (см. 8.2.1.2) при условии, что приняты надлежащие меры для соблюдения достоверности испытаний.

Испытания на превышение температуры главных цепей, рассчитанных на ток 800 А при номинальной частоте 50 Гц, считают правомерными, если номинальный ток при частоте 60 Гц снижен до 95 %. Для номинальных токов до 800 А испытания, проводимые при частоте 50 Гц, применимы и при частоте 60 Гц.

Испытания отдельных цепей на превышение температуры должны проводиться током, для которого цепи предназначены с заданной частотой. Величины напряжения при испытании должны быть такими, чтобы через цепи проходил ток в соответствии с 8.2.1.3. На катушки реле, выключатели, расцепители и т. д. должно подаваться номинальное напряжение.

Нет необходимости подвергать испытанию на превышение температуры устройства открытого типа, если по результатам испытаний типа отдельных частей, по сечениям проводников или условиям эксплуатации очевидно, что при эксплуатации не произойдет чрезмерного превышения температуры и не будут повреждены оборудование, соединенное с устройством, и части из изоляционного материала.

Таблица 7 – Перечень проверок и испытаний, выполняемых для ТТА и РТТА

№	Контролируемая характеристика	Подпункты	ТТА	РТТА
1	Пределы превышения температуры	8.2.1	Проверка пределов превышения температуры с помощью испытаний (испытания типа)	Проверка пределов превышения температуры испытанием или экстраполяцией
2	Диэлектрические свойства	8.2.2	Проверка диэлектрических свойств с помощью испытаний (испытания типа)	Проверка диэлектрических свойств с помощью испытаний согласно 8.2.2 или 8.3.2 или проверка сопротивления изоляции согласно 8.3.4 (см. номера 9 и 11)
3	Выдерживаемое сопротивление короткого замыкания	8.2.3	Проверка выдерживаемого сопротивления короткого замыкания с помощью испытаний (испытания типа)	Проверка выдерживаемого сопротивления короткого замыкания с помощью испытаний или экстраполяции подобных устройств, прошедших испытания типа
4	Эффективность защитной цепи	8.2.4		
	Эффективность соединения между открытыми токопроводящими частями устройства и защитной цепью	8.2.4.1	Проверка эффективности соединения между открытыми токопроводящими частями устройства и защитной цепью	Проверка эффективности соединения между открытыми токопроводящими частями устройства и защитной цепью
	Выдерживаемое сопротивление короткого замыкания защитной цепи	8.2.4.2	Проверка выдерживаемого сопротивления короткого замыкания защитной цепи с помощью испытаний (испытания типа)	Проверка выдерживаемого сопротивления короткого замыкания защитной цепи с помощью испытаний или соответствующей конструкции и расположения защитного проводника (см. 7.4.3.1.1, последний абзац)
5	Зазоры и расстояния утечки	8.2.5	Проверка зазоров и расстояний утечки (испытания типа)	Проверка зазоров и расстояний утечки
6	Механическое функционирование	8.2.6	Проверка механического функционирования (испытания типа)	Проверка механического функционирования
7	Степень защиты	8.2.7	Проверка степени защиты (испытания типа)	Проверка степени защиты
8	Проводка, электрическое функционирование	8.3.1	Осмотр устройства, включая осмотр проводки и, если необходимо, испытания электрического функционирования (контрольные испытания)	Осмотр устройства, включая осмотр проводки и, если необходимо, испытания электрического функционирования
9	Изоляция	8.3.2	Диэлектрические испытания (контрольные испытания)	Диэлектрические испытания или проверка сопротивления изоляции согласно 8.3.4 (см. номера 2 и 11)
10	Защитные меры	8.3.3	Контроль защитных мер и электрической непрерывности защитных цепей (контрольные испытания)	Контроль защитных мер
11	Сопротивление изоляции	8.3.4		Если не будут проведены испытания согласно 8.2.2 или 8.3.2, то проводится проверка сопротивления изоляции

Проверка пределов превышения температуры для РТТА должна осуществляться:

– с помощью испытаний в соответствии с 8.2.1, или

– с помощью экстраполяции, например, в соответствии с МЭК 60890.

8.2.1.2 Сборка устройств

Для нормальной эксплуатации устройство должно быть собрано со всеми крышками и т. д. на месте.

При испытании отдельных частей или конструктивных блоков смежные части или конструктивные блоки должны находиться в тех же температурных условиях, что и при нормальной эксплуатации. При этом в качестве нагревателей могут использоваться резисторы накаливания.

8.2.1.3 Испытание на превышение температуры в условиях, когда вся аппаратура находится под напряжением

Испытание должно производиться на одном или более характерных соединениях цепей конкретного устройства, с тем чтобы с достаточной точностью получить максимально возможное превышение температуры.

Для этого испытания на входную цепь подают номинальный ток (см. 4.2), а на каждую выходную цепь подают номинальный ток, умноженный на номинальный коэффициент разновременности (см. 4.7). Если устройство включает плавкие предохранители, то во время испытания они должны быть оснащены плавкими вставками, как установлено изготовителем. Потери мощности плавких вставок, используемых при испытаниях, должны быть отражены в протоколе испытаний.

Размер и расположение внешних проводников, используемых при испытании, должны быть отражены в протоколе испытаний.

Испытание должно проводиться в течение времени, достаточного для того, чтобы превышение температуры достигло постоянного значения (обычно не более 8 ч). На практике это условие достигается при изменении температуры не более 1 К/ч.

Примечание 1 – В целях ускорения испытаний, если аппаратура позволяет, ток может быть увеличен в течение первой части испытания, после чего его снижают до установленного испытательного значения.

Примечание 2 – Если контрольный электромагнит включен в течение испытания, то температуру измеряют при достижении теплового равновесия как в главной цепи, так и в электромагните цепи управления.

Примечание 3 – Во всех случаях допускается использование лишь однофазного переменного тока для испытания многофазных устройств, если магнитные эффекты достаточно малы, чтобы ими пренебречь. Это требует внимательного рассмотрения, особенно для токов, превышающих 400 А.

В отсутствии подробной информации относительно внешних проводников и условий эксплуатации поперечное сечение внешних испытательных проводников должно быть выбрано в соответствии с номинальным током каждой цепи следующее:

8.2.1.3.1 Для значений номинального тока до 400 А включительно:

a) для соединений следует использовать одножильные медные кабели или изолированные проводники, имеющие поперечные сечения, как приведено в таблице 8;

b) насколько это выполнимо, проводники должны располагаться открыто;

c) минимальная длина каждого временного соединения между выводами должна быть:

– 1 м для поперечных сечений площадью до 35 мм^2 включительно;

– 2 м для поперечных сечений площадью свыше 35 мм^2.

Таблица 8 – Испытательные медные проводники для номинальных токов до 400 А включительно

Диапазон номинального тока[1], А		Поперечное сечение проводника[2), 3)]	
		мм^2	AWG/MCM
0	8	1,0	18
8	12	1,5	16
12	15	2,5	14
15	20	2,5	12
20	25	4,0	10
25	32	6,0	10
32	50	10	8
50	65	16	6
65	85	25	4
85	100	35	3

Окончание таблицы 8

Диапазон номинального тока[1], А		Поперечное сечение проводника[2), 3)]	
		мм^2	AWG/MCM
100	115	35	2
115	130	50	1
130	150	50	0
150	175	70	00
175	200	95	000
200	225	95	0000
225	250	120	250
250	275	150	300
275	300	185	350
300	350	185	400
350	400	240	500

[1)] Значение номинального тока должно быть более, чем первое значение в первом столбце, и менее или равно второму значению в этом столбце.

[2)] Для удобства испытания и по соглашению с изготовителем могут использоваться проводники меньших размеров, чем те, которые приведены для установленного номинального тока.

[3)] Может использоваться любой из двух проводников для установленного диапазона номинального тока.

8.2.1.3.2 При значениях испытательного тока более 400 А, но не более 800 А:

a) В качестве проводников должны использоваться одножильные медные кабели с изоляцией из поливинилхлорида, сечения которых приведены в таблице 9, или эквивалентные медные шины, приведенные в таблице 9, выбираемые в соответствии с рекомендациями изготовителя.

b) Медные кабели или шины должны располагаться на расстоянии, приблизительно равном расстоянию между зажимами. Медные шины должны быть окрашены в матовый черный цвет. Параллельные кабели, присоединяемые к одному зажиму, должны быть сгруппированы вместе и расположены на расстоянии 10 мм друг от друга. Параллельные медные шины, присоединяемые к одному зажиму, должны находиться на расстоянии, равном приблизительно толщине шины. Если размеры, установленные для шин, не пригодны для выводов или не имеются в наличии, то можно использовать другие шины, имеющие приблизительно такие же поперечные сечения и приблизительно такую же поверхность охлаждения или менее. Кабели или медные шины не должны пересекаться.

c) Для однофазных или многофазных испытаний минимальная длина любого временного соединения испытательного источника питания должна быть 2 м. Минимальная длина нейтральной точки схемы «звезда» может быть уменьшена до 1,2 м.

8.2.1.3.3 При значениях номинального тока от 800 до 3150 А включительно:

a) Проводники должны представлять собой медные шины с размерами, указанными в таблице 9, если устройство не предназначено для кабельного соединения. В этом случае размер и расположение кабелей должны быть установлены изготовителем.

b) Медные шины должны находиться на расстоянии, приблизительно равном расстоянию между зажимами. Медные шины должны быть окрашены в матовый черный цвет. Параллельные медные шины, присоединяемые к одному зажиму, должны находиться на расстоянии, приблизительно равном толщине шины. Если размеры, установленные для шин, не могут быть выдержаны или не имеются в наличии, то можно использовать другие шины, имеющие приблизительно такие же поперечные сечения и приблизительно такую же поверхность охлаждения или менее. Медные шины не должны пересекаться.

c) Для однофазных или многофазных испытаний минимальная длина любого временного соединения до источника питания должна быть 3 м, но может быть уменьшена до 2 м при условии, что превышение температуры на питающем разъеме соединения не превышает более чем на 5 К значение превышения температуры в средней части соединения. Минимальная длина при соединении схемы «звезда» должна быть 2 м.

Таблица 9 – Стандартные поперечные сечения медных проводников, соответствующих номинальному току

Значения номинального тока, А	Диапазон номинального тока[1)]	Испытательные проводники			
		Кабели		Медные шины[2)]	
		Количество	Площадь поперечного сечения[3)], мм^2	Количество	Размеры[3)], мм
500	400...500	2	150(16)	2	30 × 5(15)
630	500...630	2	185 (18)	2	40 × 5(15)
800	630...800	2	240 (21)	2	50 × 5(17)
1000	800...1000			2	60 × 5(19)
1250	1000...1250			2	80 × 5(20)
1600	1250...1600			2	100 × 5(23)
2000	1600...2000			3	100 × 5(20)
2500	2000...2500			4	100 × 5(21)
3150	2500...3150			3	100 × 10(23)

[1)] Значение тока должно быть более чем первое значение и менее, либо равно второму значению.

[2)] Предполагается, что шины должны быть расположены вертикально. Горизонтальное расположение шин может быть использовано, если это указано изготовителем.

[3)] Значения в скобках являются измеренными значениями превышения температуры испытательных проводников (в кельвинах), которые даны для ссылок.

8.2.1.3.4 При значениях номинального тока более 3150 А:

Между изготовителем и потребителем должно быть достигнуто соглашение по всем существенным пунктам испытания, таким как тип питания, число фаз и номинальная частота (в случае необходимости), поперечные сечения испытательных проводников и т. д. Эта информация должна являться частью протокола испытания.

8.2.1.4 Испытание на превышение температуры с использованием терморезисторов с эквивалентной мощностью потерь

Для определенных типов закрытых устройств, имеющих главные и вспомогательные цепи, имеющие сравнительно низкие номинальные токи, потеря мощности может воспроизводиться посредством терморезисторов, которые вырабатывают такое же количество тепла и устанавливаются в соответствующих местах внутри корпуса.

Поперечные сечения проводников, присоединяемых к этим резисторам, должно быть таким, чтобы за пределами оболочки не выделялось заметное количество тепла.

Испытания, проводимые с использованием терморезисторов, считают типичными для всех устройств, имеющих одинаковые оболочки, даже если устройства оснащены различной аппаратурой, при условии, что сумма мощностей потерь встроенной аппаратуры, учитывая коэффициент одновременности, не превышает значения, полученного при испытании.

Температура нагрева встроенной аппаратуры не должна превышать значений, приведенных в таблице 2 (см. 7.3). Это превышение температуры может быть приблизительно рассчитано, если измерить превышение температуры этой аппаратуры на открытом воздухе и прибавить разницу между температурой внутри оболочки и температурой воздуха, окружающего оболочку.

8.2.1.5 Измерение температур

Термопары или термометры должны использоваться для измерения температур. Для обмоток обычно используют метод измерения температуры по изменению сопротивления. Для измерения температуры воздуха внутри устройства в подходящих местах должно быть установлено несколько измерительных приборов.

Термометры или термопары должны быть защищены от воздушных потоков и тепловых излучений.

8.2.1.6 Температура окружающего воздуха

Температура окружающего воздуха должна быть измерена в течение последней четверти периода испытания посредством по крайне мере двух термометров или термопар, одинаково расположенных возле устройства на уровне приблизительно половины высоты и на расстоянии приблизительно 1 м от устройства. Термометры или термопары должны быть защищены от воздушных потоков и тепловых излучений.

Если температура окружающего воздуха в течение испытания поддерживается в пределах от 10 °С до 40 °С, значения в таблице 2 являются предельными значениями превышения температуры.

Если температура окружающего воздуха в течение испытания превышает 40 °С или менее чем 10 °С, настоящий стандарт не применяется, а изготовитель и потребитель должны заключить специальное соглашение.

8.2.1.7 Получаемые результаты

В конце испытания превышение температуры не должно превышать значений, установленных в таблице 2. Аппаратура должна работать удовлетворительно в рамках предельных значений напряжения, указанных для них при температуре внутри устройства.

8.2.2 Проверка диэлектрических свойств

8.2.2.1 Общие положения

Эти испытания типа не должны проводиться на тех частях устройств, которые уже прошли испытания типа в соответствии с необходимыми техническими требованиями, при условии, что их диэлектрическое сопротивление не уменьшается при их установке.

Более того, эти испытания не должны проводиться на PTTA (см. таблицу 7).

Если устройство включает нулевой защитный проводник, изолированный от открытых токопроводящих частей согласно перечислению d) 7.4.3.2.2, этот проводник должен рассматриваться как отдельная цепь, т. е. он должен быть испытан при таком же напряжении, как и главная цепь, к которой он присоединен.

Испытания должны быть проведены в соответствии с пунктами:

– 8.2.2.6.1 – 8.2.2.6.4, если изготовитель указывает значения номинального выдерживаемого импульсного напряжения U_{imp} (см. 4.1.3);

– 8.2.2.2 – 8.2.2.5 – для других случаев.

8.2.2.2 Испытание корпусов, изготовленных из изоляционного материала

Для корпусов, изготовленных из изоляционного материала, дополнительное диэлектрическое испытание должно быть проведено приложением испытательного напряжения между металлической фольгой снаружи корпуса по поверхности отверстий и соединений и взаимосвязанными открытыми токопроводящими частями и токоведущими частями внутри корпуса, распложенными рядом с этими отверстиями и соединениями. Для этого дополнительного испытания испытательное напряжение должно быть в полтора раза больше значения, указанного в таблице 10.

Примечание – Испытательные напряжения для корпусов устройств, защищенных полной изоляцией, находятся на рассмотрении.

8.2.2.3 Внешние рукоятки управления из изоляционного материала

В случае применения рукояток, изготовленных или покрытых изоляционным материалом, с целью выполнения 7.4.3.1.3, диэлектрическое испытание должно быть выполнено приложением испытательного напряжения, которое в 1,5 раза больше испытательного напряжения, указанного в таблице 10, между токоведущими частями и металлической фольгой, обернутой вокруг всей поверхности рукоятки. В течение этого испытания конструкция не должна быть заземлена или подсоединена к другой цепи.

8.2.2.4 Применение и значение испытательного напряжения

Испытательное напряжение должно быть приложено:

– между всеми токоведущими частями и взаимосвязанными открытыми токопроводящими частями устройства;

– между каждым полюсом и всеми другими полюсами, соединенными для этого испытания взаимосвязанными открытыми токопроводящими частями устройства.

Испытательное напряжение в момент приложения не должно превышать 50 % от значений, указанных в этом подпункте. Его необходимо увеличивать постепенно в течение нескольких секунд до полного значения, указанного в этом подпункте, и выдерживать в течение 5 с. Источники переменного тока должны иметь достаточную мощность для того, чтобы поддерживать испытательное напряжение, независимо от любых значений токов утечки. Испытательное напряжение должно иметь практически синусоидальную форму волны и частоту 45 Гц или 62 Гц.

Значения испытательного напряжения должны быть следующие.

8.2.2.4.1 Для главной цепи и вспомогательных цепей, которые не охватываются пунктом 8.2.2.4.2, значения должны быть в соответствии с таблицей 10.

Таблица 10

Номинальное напряжение изоляции U_i (последовательное соединение), В	Испытательное напряжение диэлектрика, переменный ток, действующее значение, В
$U_i \leq 60$	1000
$60 < U_i \leq 300$	2000
$300 < U_i \leq 690$	2500
$690 < U_i \leq 800$	3000
$800 < U_i \leq 1000$	3500
$1000 < U_i \leq 1500$*	3500
* Только для постоянного тока.	

8.2.2.4.2 Для вспомогательных цепей, которые производителем оцениваются как неподходящие для постоянного питания от основной цепи, значение должно быть в соответствии с таблицей 11.

Таблица 11

Номинальное напряжение изоляции U_i (последовательное соединение), В	Испытательное напряжение диэлектрика, переменный ток, действующее значение, В
$U_i \leq 12$	1000
$12 < U_i \leq 60$	2000
$60 < U_i$	$2\ U_i + 1000$ минимум 1500

8.2.2.5 Получаемые результаты

Испытание считается положительным, если не произошло пробоя или искрового перекрытия.

8.2.2.6 Испытание на выдерживаемое импульсное напряжение

8.2.2.6.1 Общие условия

Испытываемые устройства должны быть полностью установлены на собственную опору или на аналогичную опору как при нормальной эксплуатации в соответствии с инструкциями изготовителя и условиями окружающей среды, указанными в пункте 6.1.

Любой орган управления из изоляционного материала и цельный неметаллический корпус оборудования, предназначенные для использования без дополнительного корпуса, должны быть покрыты металлической фольгой, соединенной с каркасом или монтажной плитой. Фольга должна применяться на всех поверхностях, где возможно соприкосновение при стандартном испытании на прикосновение (испытательный зонд В МЭК 60529).

8.2.2.6.2 Испытательные напряжения

Испытательное напряжение должно соответствовать указанному в 7.1.2.3.2 и 7.1.2.3.3.

По соглашению с изготовителем испытание может быть проведено с использованием частоты или напряжения постоянного тока, как указано в таблице 13. Допускается разъединение разрядников при условии, что известны характеристики этих разрядников. Однако оборудование, включающее средства, предотвращающие перенапряжения, должно испытываться импульсным напряжением. Состав энергии испытательного тока не должен превышать допустимое значение энергии устройств, предотвращающих перенапряжения.

Примечание – Параметры предотвращающих средств должны быть пригодны для применения. Такие параметры находятся на рассмотрении.

a) Импульсное напряжение длительностью 1,2/50 мкс должно быть приложено трижды для каждой полярности с интервалами не более 1 с.

b) Частота и напряжение постоянного тока должны быть приложены в течение трех циклов в случае переменного тока или длительностью 10 мс для каждой полярности в случае постоянного тока.

Зазоры, равные или более, чем значения по таблице 14, случай А, могут быть проверены измерением согласно методу, описанному в приложении F.

8.2.2.6.3 Приложение испытательных напряжений

Испытательное напряжение прикладывается следующим образом:

a) между каждой токоведущей частью (включая вспомогательные цепи и цепи управления, соединенные с главной цепью) и взаимосвязанными открытыми токопроводящими частями устройства;

b) между каждым полюсом главной цепи и другими полюсами;

c) между каждой вспомогательной цепью и цепью управления, не присоединенной к главной цепи, и
- главной цепью;
- другими цепями;
- открытыми токопроводящими частями;
- корпусом или монтажной плитой;

d) для выдвижных частей в разъединенном положении: через изоляционные промежутки между стороной питания и выдвижной частью и между выводом питания и выводом нагрузки соответственно.

8.2.2.6.4 Получаемые результаты

Во время испытаний не должно быть непреднамеренных пробоев.

Примечание 1 – Исключение составляет намеренный пробой, например, с целью применения переходных средств, предотвращающих перенапряжение.

Примечание 2 – Термин «пробой» относится к явлениям, связанным с отказом изоляции при электрической нагрузке, когда пробой полностью разрушает изоляцию при испытании, уменьшая напряжение между электродами до нуля или почти до нуля.

Примечание 3 – Термин «искровой пробой» используется, когда пробой происходит в газообразном или жидком диэлектрике.

Примечание 4 – Термин «искровое перекрытие» используется, когда пробой происходит на поверхности диэлектрика в газообразной или жидкой среде.

Примечание 5 – Термин «пробивной разряд» используется, когда пробой происходит в твердом диэлектрике.

Примечание 6 – Пробой в твердом диэлектрике вызывает постоянную потерю прочности диэлектрика; в жидкости или газообразной среде такая потеря может быть только временной.

8.2.2.7 Проверка расстояний утечки

Кратчайшие расстояния утечки между фазами, между проводниками цепи при различных напряжениях, а также между токоведущими и открытыми токопроводящими частями должны быть измерены. Измеренное расстояние утечки с учетом группы материалов и степени загрязнения должно соответствовать требованиям пункта 7.1.2.3.5.

8.2.3 Проверка выдерживаемого сопротивления короткого замыкания

8.2.3.1 Цепи устройств, которые не подвергаются проверке на выдерживаемое сопротивление короткого замыкания

Проверка на выдерживаемое сопротивление короткого замыкания не обязательна в следующих случаях.

8.2.3.1.1 Для устройств с номинальным кратковременным током или номинальным условным током короткого замыкания, не превышающим 10 кА.

8.2.3.1.2 Для устройств, защищенных токоограничивающими приборами с током отсечки, не превышающим 17 кА, при максимально допустимом ожидаемом токе короткого замыкания на выводах входной цепи устройства.

8.2.3.1.3 Для вспомогательных цепей устройств, предназначенных для присоединения к трансформатору, номинальная мощность которых не превышает 10 кВА для номинального вторичного напряжения не менее 110 В или 1,6 кВА, для номинального вторичного напряжения не менее 110 В и полное сопротивление которых при коротком замыкании составляет не менее 4 %.

8.2.3.1.4 Для всех частей устройств (сборных шин, опор сборных шин, соединений сборных шин, входных и выходных блоков, коммутационных аппаратов и т. д.), которые уже подвергались испытаниям типа, которые правомерны для условий в устройстве.

Примечание – Примеры коммутационных аппаратов – аппараты с условным номинальным током короткого замыкания, соответствующие МЭК 60947-3, или автостартеры, совместимые со средствами защиты от короткого замыкания в соответствии с МЭК 60947-4-1.

8.2.3.2 Цепи устройств, выдерживаемое сопротивление короткого замыкания которых должно быть проверено

Этот подпункт применяется ко всем цепям, которые не упомянуты в пункте 8.2.3.1.

8.2.3.2.1 Подготовка испытания

Устройство или его части должны быть установлены в положение для нормальной эксплуатации. За исключением испытаний, проводимых на сборных шинах, и в зависимости от типа конструкции устройства, будет достаточно испытать один функциональный блок, если оставшиеся функциональные блоки изготовлены таким же образом и не могут влиять на результаты испытания.

8.2.3.2.2 Проведение испытания. Общие положения

Если испытательная цепь включает предохранитель, то должны использоваться плавкие вставки, рассчитанные на максимальный ток (соответствующий номинальному току), и, если требуется, тип, указанный изготовителем, как пригодный для применения.

Питающие проводники и короткозамкнутые соединения, необходимые для испытания устройств, должны иметь требуемую прочность, чтобы выдержать короткое замыкание, и должны быть расположены так, чтобы не вносить дополнительных нагрузок.

Если иное не оговорено, испытательная цепь должна быть присоединена к входным выводам устройства. Трехфазные устройства должны быть присоединены к трехфазной системе.

Для проверки всех выдерживаемых значений короткого замыкания цепи (см. 4.3 – 4.6) значение ожидаемого тока короткого замыкания при напряжении питания, равном 1,05 от номинального эксплуатационного напряжения, должно определяться калибровочной осциллограммой, полученной в результате короткого замыкания питающих проводников устройства через присоединение незначительного полного сопротивления, помещенного как можно ближе к входному питанию устройства. Осциллограмма должна показывать протекание постоянного тока, который можно измерить за время, равное работе защитной аппаратуры, встроенной в устройство, или в течение указанного периода времени, при этом ток имеет значение, приблизительно равное значению, указанному в пункте 8.2.3.2.4.

Для испытаний переменного тока частота испытательной цепи во время испытаний короткого замыкания должна быть равной номинальной частоте с допускаемым отклонением 25 %.

Все части оборудования, предназначенные для соединения с защитным проводником при эксплуатации, включая корпус, должны соединяться следующим образом:

1) для устройств, пригодных для использования в трехфазных четырехпроводных системах (см. также МЭК 60038) с заземленной точкой схемы «звезда» и соответствующей маркировкой, должны быть соединены с нейтральной точкой питания или с индивидуальной искусственной нейтралью, выдерживающей ожидаемый ток повреждения по крайней мере 1500 А;

2) для устройств, пригодных как для использования в трехфазных трехпроводных системах, так и для использования в трехфазных четырехпроводных системах с соответствующей маркировкой, должны быть соединены с тем фазовым проводником, который с наименьшей вероятностью уведет ток в землю.

Примечание – Методы маркировки и обозначения находятся на рассмотрении.

За исключением устройств согласно 7.4.3.2.2, испытательная цепь должна включать надежную защиту (например, плавкий предохранитель из медной проволоки диаметром 0,8 мм и длиной не менее 50 мм) для обнаружения тока повреждения. Ожидаемый ток повреждения в цепи с плавким предохранителем должен быть 1500 А ± 10 %, за исключением случаев, указанных в примечаниях 2 и 3. Если необходимо, то должен использоваться резистор, ограничивающий ток до этого значения.

Примечание 1 – Медная проволока диаметром 0,8 мм будет плавится при токе 1500 А примерно в середине цикла при частоте между 45 и 67 Гц (или 0,01 с для постоянного тока).

Примечание 2 – Ожидаемый ток повреждения может быть менее чем 1500 А в случае малого оборудования согласно требованиям соответствующего стандарта на изделие с меньшим диаметром медной проволоки (см. примечание 4), имеющей такое же время плавления, как указано в примечании 1.

Примечание 3 – В случае питания, содержащего искусственную нейтраль, допускается меньший ожидаемый ток повреждения, определенный соглашением с изготовителем, при меньшем диаметре медной проволоки (см. примечание 4), имеющей такое же время плавления, как указано в примечании 1.

Примечание 4 – Соотношения между ожидаемым током повреждения в цепи с плавким элементом и диаметром медной проволоки должны соответствовать таблице 12.

Таблица 12 – Соотношение между ожидаемым током повреждения и диаметром медной проволоки

Диаметр медной проволоки, мм	Предполагаемый ток повреждения в цепи с плавким элементом, А
0,1	50
0,2	150
0,3	300
0,4	500
0,5	800
0,8	1500

8.2.3.2.3 Испытание главных цепей

Для устройств со сборными шинами применяют испытания в соответствии с перечислениями a), b) и d).

Для устройств без сборных шин применяют испытания в соответствии с перечислением a).

Для устройств, для которых не выполняются требования пункта 7.5.5.1.2, применяют дополнительно испытания в соответствии с пунктом c).

a) Когда выходная цепь включает компонент, который ранее не был подвергнут соответствующему испытанию, применяют повторные испытания.

Для испытания выходной цепи связанные с ней выходные выводы должны иметь болтовое закороченное соединение. Когда защитное устройство выходной цепи является прерывателем цепи, испытательная цепь может включать шунтирующий резистор в соответствии с 8.3.4.1.2 b) МЭК 60947-1 параллельно со стабилизатором, используемым для регулировки тока короткого замыкания.

Для прерывателей цепи, имеющих номинальный ток до 630 А включительно, кабель длиной 0,75 м, имеющий площадь поперечного сечения, соответствующий стандартному тепловому току (см. МЭК 60947-1, таблицы 9 и 10), должен быть включен в испытательную цепь. Коммутационная аппаратура должна быть включена и оставаться в таком состоянии при обычных условиях эксплуатации. Испытательное напряжение должно прикладываться один раз и достаточно долгое время, чтобы позволить аппарату защиты от короткого замыкания выходного устройства выполнить устранение неисправности и в любом случае подвергаться не менее чем 10 циклам (продолжительность испытательного напряжения).

b) Устройства, содержащие главные сборные шины, должны быть подвергнуты одному дополнительному испытанию для проверки выдерживаемого сопротивления короткого замыкания главных сборных шин и входной цепи, включающей любые соединения. Точка, где производится короткое замыкание, должна находиться на расстоянии (2 ± 0,4) м от ближайшей точки питания. Для проверки номинального кратковременного тока (см. 4.3) и номинального пикового выдерживаемого тока (см. 4.4) это расстояние может быть увеличено, если испытания проводят при напряжении менее, чем напряжение, которое обеспечивается испытательным током и имеет номинальное значение (см. b) 8.2.3.2.4). В тех случаях, когда конструкция устройства такова, что длина испытываемых сборных шин менее 1,6 м и устройство не предназначено для расширения, должна быть испытана полная длина сборной шины, при этом короткое замыкание устанавливается на концах этих сборных шин. Если сборные шины состоят из различных секций (в отношении поперечного сечения, расстояния между смежными сборными шинами, типа и количества опор на метр), каждая секция должна быть испытана отдельно. Испытание может проводиться одновременно при условии, что упомянутые ранее условия выполнены.

c) Короткозамкнутую цепь выполняют с помощью болтовых соединений проводников, соединяющих сборные шины в один выходной блок как можно ближе к выводам со стороны сборных шин выходного блока. Значение тока короткого замыкания должно быть таким же, как и для главных сборных шин.

d) Если существует нейтральная шина, она должна подвергаться одному испытанию, для проверки выдерживаемого сопротивления короткого замыкания по отношению к ближайшей фазовой сборной шине, включающей любые соединения. При присоединении нейтральной шины к фазовой сборной шине применяются требования b) 8.2.3.2.3. Если иное не оговорено между изготовителем и потребителем, значение испытательного тока в нейтральной шине должно составлять 60 % от фазового тока при трехфазном испытании.

8.2.3.2.4 Значение и продолжительность тока короткого замыкания

a) Для устройств, оснащенных аппаратами защиты от короткого замыкания, не важно, находятся ли эти устройства во входной цепи или в другом месте, испытательное напряжение должно прикладываться на достаточно продолжительное время, дающее возможность аппаратам защиты от короткого замыкания устранить неполадки и в любом случае продолжаться не менее чем 10 циклов.

b) Устройства, которые не включают аппарат защиты от короткого замыкания во входном блоке (см. 7.5.2.1.2)

Для всех выдерживаемых значений короткого замыкания динамические и термические нагрузки должны быть проверены ожидаемым током с питающей стороны указанного защитного аппарата, если таковой имеется, равным значению номинального кратковременного тока, номинального пикового выдерживаемого тока, номинального условного тока короткого замыкания или номинального тока короткого замыкания с плавким предохранителем, как указано изготовителем.

Если на испытательной установке возникает трудность проведения кратковременных или пиковых выдерживаемых испытаний при максимальном эксплуатационном напряжении, то испытания со-

гласно пунктам b), c) и d) 8.2.3.2.3 могут быть проведены при любом подходящем, более низком напряжении, при этом фактический испытательный ток равен номинальному кратковременному току или пиковому выдерживаемому току. Это должно быть указано в протоколе испытания. Если происходит кратковременное разъединение контактов в защитном аппарате (при его наличии), то испытание должно быть проведено повторно при максимальном эксплуатационном напряжении.

Для испытаний на кратковременный выдерживаемый и пиковый ток должен быть отключен любой выключатель сверхтока, который может отключиться во время испытаний, если таковой имеется.

Все испытания должны быть проведены при номинальной частоте оборудования с допуском ± 25 % и с коэффициентом мощности, соответствующим току короткого замыкания согласно таблице 4.

Значение тока во время калибровки – среднее из действующих значений компонента переменного тока во всех фазах. При проведении испытаний при максимальном эксплуатационном напряжении ток калибровки является фактически испытательным током. В каждой фазе ток должен быть в пределах допуска от 5 % до 0 % и коэффициент мощности – в пределах допуска между + 0,0 и минус 0,05. Ток должен прикладываться установленное время, в течение которого действующее значение компонента переменного тока должно оставаться постоянным.

Примечание 1 – Однако, если необходимо, в виду ограничений испытания допускается другой испытательный период; в таком случае испытательный ток должен быть изменен в соответствии с формулой I^2t = constant при условии, что пиковое значение не превышает номинальный пиковый выдерживаемый ток без соглашения изготовителя и что действующее значение кратковременного тока не менее, чем номинальное значение, не менее чем в одной фазе для по крайней мере 0,1 °С после начала прохождения тока.

Примечание 2 – Испытания на выдерживаемый пиковый и кратковременный ток могут проводиться отдельно. В этом случае время, в течение которого короткое замыкание применяется для испытаний на пиковый выдерживаемый ток, должно быть таким, чтобы значение I^2t не превышало эквивалентное значение для испытания на кратковременный ток, но оно не должно быть меньше чем 3 цикла.

Примечание 3 – Если требуемый испытательный ток недостижим на каждой из фаз, то по соглашению с изготовителем может быть превышен положительный допуск для испытания.

Для испытаний на условный ток и ток короткого замыкания с предохранителем испытание должно проводиться при значении, равном 1,05 номинального эксплуатационного напряжения (см. 8.2.3.2.2), с ожидаемыми токами со стороны питания указанного защитного аппарата, равными значениям номинального условного тока или тока короткого замыкания с предохранителем. Испытания с более низкими напряжениями запрещены.

8.2.3.2.5 Получаемые результаты

После испытания на проводниках не должно быть никакой деформации. Допускается небольшая деформация сборных шин при условии, что зазоры и расстояния утечки, установленные в 7.1.2, все еще выдержаны. Изоляция проводников и поддерживающих изолирующих частей не должна также показывать никаких существенных признаков износа, т. е. существенные характеристики изоляции должны оставаться такими, чтобы механические и диэлектрические свойства оборудования удовлетворяли требованиям настоящего стандарта.

Если имеется детектор, то он не должен указывать ток повреждения.

Не должно быть ослабления частей, применяемых для соединения проводников, и проводники не должны отделяться от выходных выводов.

Деформация корпуса допустима в таких пределах, чтобы степень защиты и зазоры не были менее установленных значений.

Любые деформации цепи сборной шины или каркаса устройства, которые не позволяют осуществлять нормальное выдвижение или съем частей, должны считаться неисправностями.

В случае сомнения необходимо проверить, что встроенная в устройство аппаратура находится в состоянии, которое установлено в соответствующих технических требованиях.

Дополнительно после испытания 8.2.3.2 a) и испытаний, включающих аппараты защиты от короткого замыкания, испытываемое оборудование должно выдержать диэлектрическое испытание по 8.2.2 со значением напряжения для условий после испытания, указанного в соответствующем стандарте для испытания короткого замыкания:

a) между всеми токоведущими частями и каркасом устройства;

b) между каждым полюсом и всеми другими полюсами, соединенными с каркасом устройства.

Если проводятся испытания a) и b), упомянутые ранее, они должны осуществляться только тогда, когда любые плавкие предохранители выключены и аппарат защиты замкнут.

8.2.3.2.6 Для устройств РТТА проверка выдерживаемого сопротивления короткого замыкания должна быть проведена:

– либо испытаниями на соответствие 8.2.3.2.1 – 8.2.3.2.5;

– либо экстраполяцией от подобных устройств, прошедших испытания типа.

Примечание 1 – К примеру, метод экстраполяции от устройств, прошедших испытания типа, приведен в МЭК 61117.

Примечание 2 – Необходимо осторожно проводить сравнения прочности проводника, расстояния между токоведущими и открытыми токопроводящими частями проводника, расстояния между опорами, высоты и прочности опор, прочности и типа несущей конструкции.

8.2.4 Проверка электрической непрерывности защитной цепи

8.2.4.1 Проверка непрерывности соединения между открытыми токопроводящими частями устройства и защитной цепью

Необходимо проверить, чтобы различные открытые токопроводящие части устройства были эффективно присоединены к защитной цепи и их сопротивление между входным защитным проводником и соответствующей открытой токопроводящей частью не превышало 0,1 Ом.

Проверка должна осуществляться с применением прибора или устройства для измерения сопротивления, которое может преобразовывать постоянный и переменный ток по меньшей мере 10 А в сопротивление величиной 0,1 Ом между точками измерения сопротивления.

Примечание – Необходимо ограничить продолжительность испытания до 5 с, если испытание может оказать неблагоприятное воздействие на низковольтное оборудование.

8.2.4.2 Проверка сопротивления короткого замыкания защитной цепи путем испытания (не применяется для цепей, соответствующих пункту 8.2.3.1)

Испытательный ток должен быть подан на входную клемму одной фазы и на клемму для входного нулевого защитного проводника. Если устройство оснащено отдельным нулевым защитным проводником, то должен использоваться ближайший фазовый проводник. Для каждого представителя выходного блока должно проводиться отдельное испытание с болтовым соединением короткого замыкания между соответствующей выходной фазой вывода блока и выводом соответствующего выходного нулевого защитного проводника.

Каждый входной блок при испытании должен быть обеспечен защитным аппаратом, который предназначен для этого блока и который препятствует максимальному значению пикового тока и I^2t. Испытание может быть проведено с защитным аппаратом, расположенным вне устройства.

Для этого испытания каркас устройства должен быть изолирован от земли. Испытательное напряжение должно быть равно однофазному значению номинального эксплуатационного напряжения. Используемое значение ожидаемого тока короткого замыкания должно быть равно 60 % от значения предполагаемого тока короткого замыкания при испытании устройства на выдерживаемое значение трехфазного тока короткого замыкания.

Все другие условия этого испытания должны быть аналогичны 8.2.3.2.

8.2.4.3 Получаемые результаты

Непрерывность и выдерживаемое сопротивление короткого замыкания в защитной цепи не должны значительно уменьшаться, независимо от того, состоит ли она из отдельного проводника или каркаса.

Помимо визуального осмотра это может быть проверено измерениями с током, равным номинальному току соответствующего выходного блока.

Примечание 1 – Там, где каркас используется как нулевой защитный проводник, допускаются искры и локальный нагрев на стыках при условиях, что они не уменьшают электрическую непрерывность, и при условии, что смежные пожароопасные части не воспламеняются.

Примечание 2 – Сравнение сопротивления, измеренного до и после испытания между выводом входного нулевого защитного проводника и выводом соответствующего выходного нулевого защитного проводника, дает показатели соответствия этому условию.

8.2.5 Проверка зазоров и расстояний утечки

Должно быть проверено, чтобы зазоры и расстояния утечки имели значения, установленные в 7.1.2.

Если устройство содержит выдвижные части, необходимо проверить, чтобы в испытательном положении (см. 2.2.9) и в разъединенном положении (см. 2.2.10) зазоры и расстояния утечки были соответствующие.

8.2.6 Проверка механического функционирования

Это испытание типа не должно проводиться на тех частях устройства, которые уже прошли испытания типа согласно соответствующим техническим требованиям, при условии, что их механическое функционирование не ухудшается при их установке.

Для тех частей, которые должны пройти испытания типа, удовлетворительное механическое функционирование должно быть проверено после их установки в устройство. Число рабочих циклов должно быть равно 50.

Примечание – В случае применения выдвижных функциональных блоков цикл охватывает все физические перемещения от соединенного к разъединенному положению и обратно к соединенному положению.

Одновременно следует проверить функционирование механических блокирующих элементов, связанных с этими перемещениями. Испытание считается выполненным, если эксплуатационные условия аппаратуры, блокировочные элементы и подобные устройства не ухудшились и если усилие, необходимое для его работы, осталось таким же, как и до испытания.

8.2.7 Проверка степени защиты

Степень защиты, обеспечиваемая в соответствии с 7.2.1 и 7.7, должна быть проверена в соответствии с МЭК 60529; соответствующие изменения вносятся при необходимости в соответствии с типом устройства. Если конденсация легко заметна внутри корпуса непосредственно после испытания на проникновение воды, диэлектрические свойства должны быть проверены испытанием в соответствии с 8.2.2. Испытательная установка для степеней защиты IP3X и IP4X так же, как и тип опор для корпуса во время испытания на IP4X, должна быть указана в протоколе испытания.

Устройства, имеющие степень защиты IP5X, должны быть испытаны в соответствии с категорией 2 пункта 13.4 МЭК 60529.

Устройства, имеющие степень защиты IP6X, должны быть испытаны в соответствии с категорией 1 пункта 13.4 МЭК 60529.

8.2.8 Испытания на ЭМС

Для испытаний на ЭМС см. Н.8.2.8.

8.2.8.1 Испытания на устойчивость

Устойчивость должна быть проверена следующими испытаниями:

Тип испытания	Требуемый уровень испытаний[1)]
1,2/50 мс – 8/20 мкс волны по МЭК 61000-4-5	2 кВ (для заземления) 1кВ (для линейного соединения)
Наносекундные импульсные помехи по МЭК 61000-4-4	2 кВ
Радиочастотное электромагнитное поле по МЭК 61000-4-3	10 В/м
Электростатические разряды по МЭК 61000-4-2	8 кВ/атмосферный разряд

8.2.8.2 Испытание на эмиссию

Пределы эмиссии должны быть проверены в соответствии со следующими стандартами:

– СИСПР 11, класс В для среды 1;

– СИСПР 11, класс А для среды 2.

8.2.9 Проверка сопротивления изоляционных материалов ненормальному теплу и огню (испытание раскаленной проволокой)

Испытание раскаленной проволокой должно проводиться в соответствии с МЭК 60695-2-10 и МЭК 60695-2-11 при условиях, установленных в 7.1.4:

– на собранных частях устройства;

– на элементах, взятых из этих частей;

– на образцах, изготовленных из идентичных материалов и имеющих соответствующую толщину.

[1)] Это соответствует уровню 3 МЭК 61000-4.

8.3 Контрольные испытания

8.3.1 Осмотр узла, включая осмотр проводки и, если необходимо, испытание на электрическое функционирование

Должна быть проверена эффективность механических элементов органов управления, блокирующих элементов, замков и др. Проводники и кабели должны быть проверены на правильность укладки и установки в устройства. Визуальный осмотр также необходим, чтобы обеспечить сохранение заданных степени защиты, расстояний утечки и зазоров.

Соединения, особенно резьбовые и болтовые, должны быть проверены на пригодность контакта, возможно, выборочными испытаниями.

Кроме того, должно быть проверено, что информация и маркировки, установленные в 5.1 и 5.2, являются полными и что устройства соответствуют им. Дополнительно должно быть проверено соответствие устройств монтажным и коммутационным схемам, техническим данным и т. д., представленным изготовителем.

В зависимости от сложности устройства может быть необходима проверка проводки и проведение испытания на электрическое функционирование. Испытательная процедура и количество испытаний зависят от того, действительно ли устройство включает сложные блокирующие элементы, последовательность средств контроля и т. д.

В некоторых случаях может быть необходима проверка или повторение этого испытания на месте при введении в действие установки, для которой устройство предназначено. В этом случае должно быть заключено специальное соглашение между изготовителем и потребителем.

8.3.2 Диэлектрическое испытание

Испытания должны проводиться в соответствии с пунктами:

– 8.3.2.1 и 8.3.2.2 b), если изготовитель указал значение номинального выдерживаемого импульсного напряжения U_{imp} (см. 4.1.3);

– 8.3.2.1 и 8.3.2.2 a) в остальных случаях.

Эти испытания не должны проводиться на РТТА, изоляционное сопротивление которых было проверено в соответствии с 8.2.2.1 или 8.3.4.

Нет необходимости проводить эти испытания на каждой из вспомогательных цепей ТТА и РТТА, которые предохраняются аппаратом защиты от короткого замыкания со значениями, не превышающими 16 А и если предварительно проводилось испытание электрического функционирования (см. 8.3.1) при номинальном напряжении, для которого вспомогательные цепи предназначены.

8.3.2.1 Основные положения

Все электрическое оборудование устройства должно быть подключено для испытания, исключая ту аппаратуру, которая в соответствии с техническими требованиями предназначена для более низкого испытательного напряжения, а аппаратура (например, обмотки, измерительные приборы), в которой приложенное испытательное напряжение может вызвать протекание тока, должна быть отключена. Эта аппаратура должна отсоединяться от одного из его зажимов. Если аппаратура не рассчитана на полное напряжение, то отсоединены должны быть все зажимы.

Помехоустойчивые конденсаторы, установленные между токоведущими и открытыми токопроводящими частями, должны быть соединены и способны выдержать испытательное напряжение.

8.3.2.2 Применение, продолжительность и значение испытательного напряжения

a) Испытательное напряжение согласно 8.2.2.4 должно прикладываться в течение 1 с. Источник переменного тока должен иметь достаточную мощность, чтобы поддерживать испытательное напряжение, независимо от всех токов утечки. Испытательное напряжение должно иметь практически синусоидальную форму волны и частоту от 45 до 62 Гц.

Если оборудование, включенное в главную или вспомогательную цепи, которое необходимо испытать, уже подвергалось диэлектрическому испытанию, то испытательное напряжение должно быть уменьшено до 85 % значения, указанного в 8.2.2.4.

При испытании:

– либо все коммутационные устройства должны быть включены;

– либо испытательное напряжение должно быть приложено последовательно относительно всех частей цепи.

Испытательное напряжение должно прикладываться между токоведущими частями и токопроводящими структурными частями устройства.

b) Испытания должны быть выполнены в соответствии с пунктами 8.2.2.6.2 и 8.2.2.6.3. Если в цепь включены компоненты, которые в соответствии со стандартами МЭК подвергаются контрольным испытаниям при более низких испытательных напряжениях, то для испытания должны применяться более низкие напряжения. Однако испытательное напряжение должно быть не менее 30 % от номинального импульсного выдерживаемого напряжения (без учета коэффициента высотной коррекции) или в два раза больше номинального напряжения изоляции, в зависимости от того, какое окажется больше.

8.3.2.3 Получаемые результаты

Испытание считается выполненным, если не произошло пробоя или искрового перекрытия.

8.3.3 Проверка мер защиты и электрической непрерывности защитных цепей

Должны быть проверены меры защиты в отношении защиты от прямого и непрямого контакта (см. 7.4.2 и 7.4.3).

Защитные цепи должны быть проверены путем осмотра, чтобы убедиться в соответствии мер, установленных в 7.4.3.1.5. В особенности резьбовые и болтовые соединения должны быть проверены на соответствие контакта, возможно, путем выборочных испытаний.

8.3.4 Проверка сопротивления изоляции

Для РТТА, которое не было подвергнуто диэлектрическим испытаниям в соответствии с 8.2.2 или 8.3.2, должно проводиться измерение изоляции с использованием изоляционного измерительного оборудования при напряжении не менее 500 В.

Испытание считается удовлетворительным, если сопротивление изоляции между цепями и открытыми токопроводящими частями не менее 1000 Ом/В цепи и это значение относится к номинальному напряжению этих цепей относительно земли.

В исключительных случаях элементы, которые согласно их специфическим требованиям являются аппаратурой, потребляющей большой ток (например, обмотки, измерительные приборы), и при применении испытательного напряжения не предназначены для полного испытательного напряжения, должны быть разъединены соответствующим образом.

Таблица 13 – Диэлектрические выдерживаемые импульсные напряжения, частота сети и испытания постоянным током

Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение U_{imp}, кВ	Испытательное напряжение и соответствующая высота									
	$U_{1,2/50}$, пиковый переменный ток или постоянный ток, кВ					Действующее значение переменного тока, кВ				
	Уровень моря	200 м	500 м	1000 м	2000 м	Уровень моря	200 м	500 м	1000 м	2000 м
0,33	0,36	0,36	0,35	0,34	0,33	0,25	0,25	0,25	0,25	0,23
0,5	0,54	0,54	0,53	0,52	0,5	0,38	0,38	0,38	0,37	0,36
0,8	0,95	0,9	0,9	0,85	0,8	0,67	0,64	0,64	0,60	0,57
1,5	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,06
2,5	2,9	2,8	2,8	2,7	2,5	2,1	2,0	2,0	1,9	1,77
4	4,9	4,8	4,7	4,4	4	3,5	3,4	3,3	3,1	2,83
6	7,4	7,2	7	6,7	6	5,3	5,1	5,0	4,75	4,24
8	9,8	9,6	9,3	9	8	7,0	6,8	6,6	64	5,66
12	14,8	14,5	14	13,3	12	10,5	10,3	10,0	9,5	8,48

Примечание 1 – Эта таблица использует характеристики однородных полей, случай В (см. 2.9.15), для которых значения импульса, выдерживаемого напряжения постоянного тока и пикового переменного тока одинаковы. Действующее значение получено от пикового значения.

Примечание 2 – Для зазоров, которые находятся в условиях между случаями А и В, значения постоянного и переменного токов этой таблицы более жесткие, чем импульсное напряжение.

Примечание 3 – Частота сети для испытательного напряжения должна быть определена в соглашении изготовителя.

Таблица 14 – Минимальные воздушные зазоры

Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение U_{imp}, кВ	Минимальные зазоры, мм							
	Случай А Неоднородное поле (см. 2.9.16)				Случай В Однородное поле, идеальные условия (см. 2.9.15)			
	Степень загрязнения				Степень загрязнения			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0,33	0,01				0,01			
0,5	0,04	0,2	0,8	1,6	0,04	0,2	0,8	1,6
0,8	0,1				0,1			
1,5	0,5	0,5			0,3	0,3		
2,5	1,5	1,5	1,5		0,6	0,6		
4	3	3	3	3	1,2	1,2	1,2	
6	5,5	5,5	5,5	5,5	2	2	2	2
8	8	8	8	8	3	3	3	3
12	14	14	14	14	4,5	4,5	4,5	4,5

Примечание – Значения минимальных зазоров рассчитаны для 1,2/50 мкс импульсного напряжения для барометрического давления 80 кПа, равного нормальному атмосферному давлению на уровне 2000 м над уровнем моря.

Таблица 15 – Испытательные напряжения вдоль разомкнутых контактов оборудования, пригодного для разъединения

Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение U_{imp}, кВ	Испытательное напряжение и соответствующая высота									
	$U_{1,2/50}$, пиковый переменный ток или постоянный ток, кВ					Действующее значение переменного тока, кВ				
	Уровень моря	200 м	500 м	1000 м	2000	Уровень моря	200 м	500 м	1000 м	2000
0,33	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,06
0,5	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,06
0,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,06
1,5	2,3	2,3	2,2	2,2	2	1,6	1,6	1,55	1,55	1,42
2,5	3,5	3,5	3,4	3,2	3	2,47	2,47	2,4	2,26	2,12
4	6,2	6	5,8	5,6	5	4,38	4,24	4,10	3,96	3,54
6	9,8	9,6	9,3	9	8	7,0	6,8	6,60	6,40	5,66
8	12,3	12,1	11,7	11,1	10	8,7	8,55	8,27	7,85	7,07
12	18,5	18,1	17,5	16,7	15	13,1	12,80	12,37	11,80	10,6

Примечание 1 – Для зазоров, которые находятся в условиях между случаями А и В (см. таблицу 14), значения постоянного и переменного токов этой таблицы более строгие, чем импульсное напряжение.
Примечание 2 – Частота сети для испытательного напряжения должна быть определена в соглашении изготовителя.

Таблица 16 – Минимальные расстояния утечки

Номинальное напряжение изоляции оборудования или эксплуатационное напряжение действующего переменного тока или постоянного тока, В[5]	Расстояния утечки для оборудования, выдерживающего долговременные нагрузки, мм													
	Степень загрязнения			Степень загрязнения 2				Степень загрязнения 3				Степень загрязнения 4			
	1[6]	2[6]	1	Группа материалов				Группа материалов				Группа материалов			
	[2]	[3]	[2]	I[1]	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb
10	0,025	0,04	0,08	0,4	0,4	0,4		1	1	1		1,6	1,6	1,6	
12,5	0,025	0,04	0,09	0,42	0,42	0,42		1,05	1,05	1,05		1,6	1,6	1,6	
16	0,025	0,04	0,1	0,45	0,45	0,45		1,1	1,1	1,1		1,6	1,6	1,6	
20	0,025	0,04	0,11	0,48	0,48	0,48		1,2	1,2	1,2		1,6	1,6	1,6	
25	0,025	0,04	0,125	0,5	0,5	0,5		1,25	1,25	1,25		1,7	1,7	1,7	
32	0,025	0,04	0,14	0,53	0,53	0,53		1,3	1,3	1,3		1,8	1,8	1,8	
40	0,025	0,04	0,16	0,56	0,8	1,1		1,4	1,6	1,8		1,9	2,4	3	
50	0,025	0,04	0,18	0,6	0,85	1,2		1,5	1,7	1,9		2	2,5	3,2	
63	0,04	0,063	02	0,63	0,9	1,25		1,6	1,8	2		2,1	2,6	3,4	
80	0,063	0,1	0,22	0,67	0,95	1,3		1,7	1,9	2,1		2,2	2,8	3,6	
100	0,1	0,16	0,25	0,71	1	1,4		1,8	2	2,2		2,4	3,0	3,8	
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,05	1,5		1,9	2,1	2,4		2,5	3,2	4	
160	0,25	0,4	0,32	0,8	1,1	1,6		2	2,2	2,5		3,2	4	5	
200	0,4	0,63	0,42	1	1,4	2		2,5	2,8	3,2		4	5	6,3	
250	0,56	1	0,56	1,25	1,8	2,5		3,2	3,6	4		5	6,3	8	[4]
320	0,75	1,6	0,75	1,6	2,2	3,2		4	4,5	5		6,3	8	10	
400	1	2	1	2	2,8	4		5	5,6	6,3		8	10	12,5	
500	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5		6,3	7,1	8,0		10	12,5	16	
630	1,8	3,2	1,8	302	4,5	6,3		8	9	10		12,5	16	20	
800	2,4	4	2,4	4	5,6	8		10	11	12,5		16	20	25	
1000	3,2	5	3,2	5	7,1	10		12,5	14	16		20	25	32	
1250			4,2	6,3	9	12,5		16	18	20		25	32	40	
1600			5,6	8	11	16		20	22	25		32	40	50	
2000			7,5	10	14	20		25	28	32		40	50	63	
2500			10	12,5	18	25		32	36	40	[4]	50	63	80	
3200			12,5	16	22	32		40	45	50		63	80	100	
4000			16	20	28	40		50	56	63		80	100	125	
5000			20	25	36	50		63	71	80		100	125	160	
6300			25	32	45	63		80	90	100		125	160	200	
8000			32	40	56	80		100	110	125		160	200	250	
10000			40	50	71	100		125	140	160		200	250	320	

[1] Материал группы I или материал групп II, IIIa, IIIb, для которых вероятность следа уменьшена из-за условий 2.4 МЭК 60664-1.

[2] Материал групп I, II, IIIa и IIIb.

[3] Материал групп I, II, IIIa.

[4] Значения расстояний утечки на этом пространстве не установлены. Материал группы IIIb в общем случае не рекомендуется для применения для степени загрязнения 3 свыше 630 В и степени загрязнения 4.

[5] Как исключение, для номинальных напряжений изоляции 127, 208, 415, 440, 660/690 и 830 В могут быть использованы расстояния утечки, соответствующие более низким значениям 125, 200, 400, 630 и 800 В.

[6] Значения, приведенные в этих двух колонках, применяют для расстояний утечки материалов печатного монтажа.

Примечание 1 – Следует принимать во внимание, что образование путей утечки и разрушение не будет происходить на изоляции, работающей при 32 В эксплуатационного напряжения и ниже. Однако следует рассмотреть возможность электролитической коррозии и по этой причине должны быть установлены расстояния утечки.

Примечание 2 – Значения напряжения выбраны в соответствии с рядом R10.

Приложение А
(обязательное)

Минимальные и максимальные поперечные сечения медных проводников, пригодных для соединения
(см. 7.1.3.2)

Для соединений одного медного кабеля на вывод применяется следующая таблица.

Таблица А.1

Номинальный ток, А	Одножильные или деформируемые проводники		Гибкие проводники	
	Поперечное сечение, мм^2		Поперечное сечение, мм^2	
	минимальное	максимальное	минимальное	максимальное
6	0,75	1,5	0,5	1,5
8	1	2,5	0,75	2,5
10	1	2,5	0,75	2,5
12	1	2,5	0,75	2,5
16	1,5	4	1	4
20	1,5	6	1	4
25	2,5	6	1,5	4
32	2,5	10	1,5	6
40	4	16	2,5	10
63	6	25	6	16
80	10	35	10	25
100	16	60	16	35
125	25	70	25	50
160	35	95	35	70
200	50	120	50	95
250	70	150	70	120
315	95	240	95	185

Примечание 1 – Если внешние проводники прямо присоединены к встроенной аппаратуре, то поперечные сечения, указанные в соответствующих технических требованиях, считаются правильными.
Примечание 2 – В случаях, когда необходимо применять проводники, отличающиеся от тех, которые приведены в таблице, должно быть заключено специальное соглашение между изготовителем и потребителем.

Приложение В
(обязательное)

Метод расчета площади поперечного сечения защитных проводников относительно термических нагрузок, возникающих при кратковременных токах
(более подробная информация приведена в МЭК 60364-5-54)

Следующая формула используется при расчете поперечного сечения защитных проводников, необходимого для выдерживания термических нагрузок, возникающих при токах длительностью от 0,2 до 5 с.

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k},$$

где S_p – площадь поперечного сечения, мм^2;

I – значение (действующее) переменного тока для сбоя незначительного сопротивления, который может протекать по защитному устройству, А;

t – время срабатывания разъединяющего устройства, с;

Примечание – Должен быть учтен токоограничивающий эффект полного сопротивления цепи и предельные возможности (интеграл Джоуля) защитного аппарата.

k – параметр, зависящий от материала защитного проводника, изоляции и других частей, а также начальной и конечной температур.

Таблица В.1 – Значения k для изолированных нулевых защитных проводников, не объединенных в кабели или шины защитных проводников, контактирующих с покрытием кабеля

	Изоляция нулевого защитного проводника или покрытия кабеля		
	ПВХ	XLPE EPR Шинные проводники	Бутилкаучук
Конечная температура	160 °С	250 °С	220 °С
Параметр k			
Материал проводника: – медь; – алюминий; – сталь	 143 95 52	 176 116 64	 166 110 60
Примечание – Предполагается, что начальная температура проводника 30 °С.			

Приложение С

(исключено)

Приложение D
(справочное)

Формы внутренних разделений
(см. 7.7)

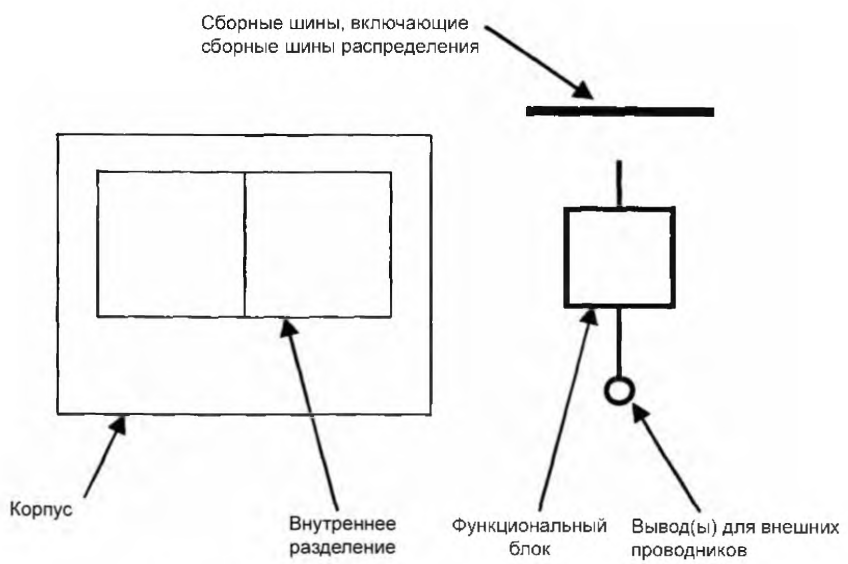
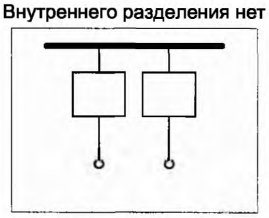
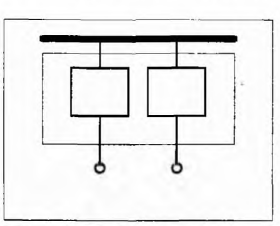


Рисунок D.1 – Символы, используемые в рисунках D.2

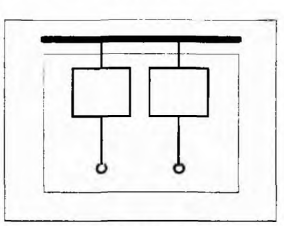
Форма 1
Внутреннего разделения нет



Форма 2
Разделение сборных шин от функциональных блоков



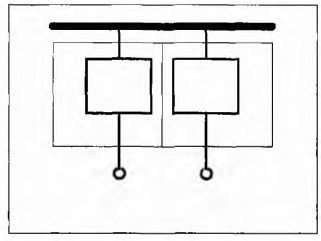
Форма 2a
Выводы не отделены от сборных шин



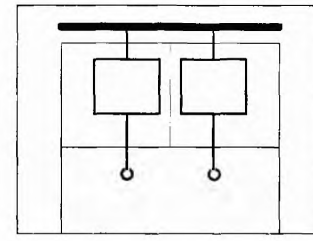
Форма 2b
Выводы не отделены от сборных шин

Рисунок D.2 – Формы 1 и 2

Форма 3
Разделение сборных шин от всех функциональных блоков
+
Разделение всех функциональных блоков друг от друга
+
Разделение выводов для внешних проводников от функциональных блоков, но не от выводов для других функциональных блоков

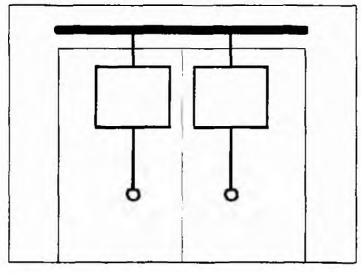


Форма 3a
Выводы не отделены от сборных шин

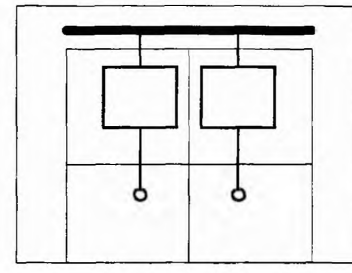


Форма 3b
Выводы не отделены от сборных шин

Форма 4
Разделение сборных шин от всех функциональных блоков
+
Разделение всех функциональных блоков друг от друга
+
Разделение выводов для внешних проводников, связанных с функциональным блоком от выводов для другого функционального блока или сборной шины



Форма 4a
Выводы в одном отделении со связанным функциональным блоком



Форма 4b
Выводы не в одном отделении со связанным функциональным блоком

Рисунок D.2 – Формы 3 и 4

Приложение Е
(справочное)

Вопросы, подлежащие согласованию между изготовителем и потребителем

Подпункты настоящего стандарта	
4.7	Номинальный коэффициент разновременности
6.1.1.2	(Примечание) Использование устройств в холодном климате
6.1.3	(Примечание) Использование электронного оборудования на высоте свыше 1000 м
6.2	Особые условия эксплуатации
6.2.10	Электрические помехи и помехи от излучения
6.3.1	Условия во время транспортирования, хранения и монтажа
7.1.3	Выводы для внешних проводников
7.2.1.1	Степень защиты, необходимая при установке. Для напольных устройств степень защиты основания также должна указываться
7.4.2	Выбор мер защиты от прямого контакта
7.4.3	Выбор мер защиты от непрямого контакта
7.4.6	Доступность при обслуживании квалифицированным персоналом
7.4.6.1	Доступность для осмотра и аналогичных действий
7.4.6.2	Доступность для технического обслуживания
7.4.6.3	Доступность для расширения под напряжением
7.5.2.3	Значения ожидаемого тока короткого замыкания в случае нескольких входных или выходных блоков для мощных вращающихся машин
7.5.4	Координация аппаратов защиты от короткого замыкания
7.6.4.1	Съемные и выдвижные части
7.6.4.3	Степень защиты после снятия съемной или выдвижной части
7.7	Форма разделения
7.9.1	Изменения входного напряжения для питания электронного оборудования
7.9.4, перечисление b)	Отклонение частоты питания
8.2.1.3.4	Испытание на превышение температуры для значений испытательного тока более чем 3150 А
8.2.1.6	Температура окружающей среды при испытании на превышение температуры
8.2.3.2.3, перечисление d)	Значения тока для нейтральной шины для испытания на короткое замыкание
8.3.1	Повторение испытания на электрическое функционирование на месте установки

Приложение F
(справочное)

Измерение расстояний утечки и зазоров*

F.1 Основные положения

Ширина X канавок, указанная в следующих примерах 1 – 11, применяется в основном во всех примерах как функция загрязнения:

Степень загрязнения	Минимальное значение ширины канавок, X, мм
1	0,25
2	1
3	1,5
4	2,5

Если связанный зазор менее 3 мм, минимальная ширина канавки может быть уменьшена на 1/3 этого зазора.

Методы измерения расстояний утечки и зазоров указаны в примерах 1 – 11. Эти примеры не имеют отличий в отношении щелей и канавок или типов изоляции.

Кроме того:

– предполагается, что любой угол должен быть соединен изоляционным соединением шириной X мм, которое помещено в самое неблагоприятное положение (см. пример 3);

– там, где расстояния через вершину канавки X мм или более, расстояние утечки измеряется по контуру канавок (см. пример 2);

– расстояния утечки и зазоры, измеренные между частями, перемещающимися относительно друг друга, измеряют, когда эти части в самых неблагоприятных положениях.

F.2 Использование ребер

Ребра значительно уменьшают образование тока утечки из-за влияния на загрязнение и лучшего эффекта высушивания. Расстояния утечки могут быть уменьшены до 0,8 требуемого значения при условии, что минимальная высота ребер – 2 мм.

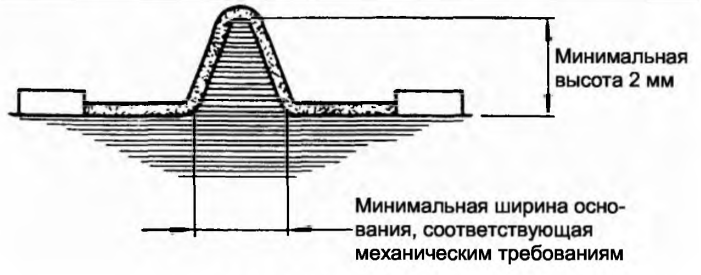
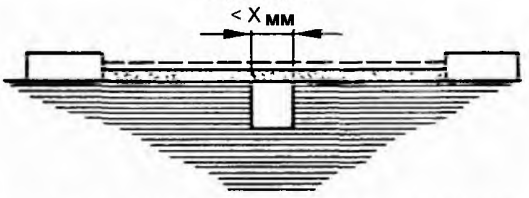


Рисунок F.1 – Измерение ребер

* Это приложение F идентично приложению G МЭК 60947-1.

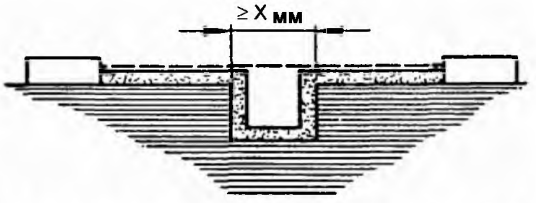
Пример 1



Условие: Расстояние утечки включает параллельную или последовательную канавку любой глубины, шириной менее X мм.

Правило: Расстояние утечки и зазор измеряются непосредственно вдоль канавки, как показано на рисунке.

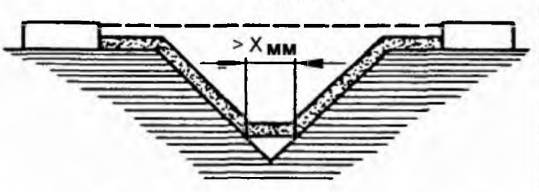
Пример 2



Условие: Расстояние утечки включает параллельную канавку любой глубины, равную или большую X мм.

Правило: Зазор является видимым расстоянием. Расстояние утечки проходит по контуру канавки.

Пример 3



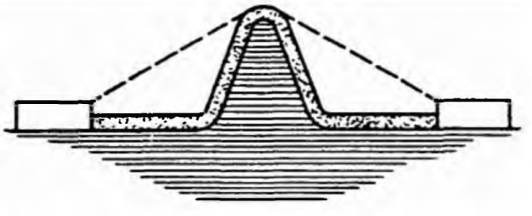
Условие: Расстояние утечки включает канавку клиновидной формы, шириной более чем X мм.

Правило: Зазор является видимым расстоянием. Расстояние утечки проходит по контуру канавки, но закорачивает дно канавки соединением в X мм.

- - - - - Зазор

Расстояние утечки

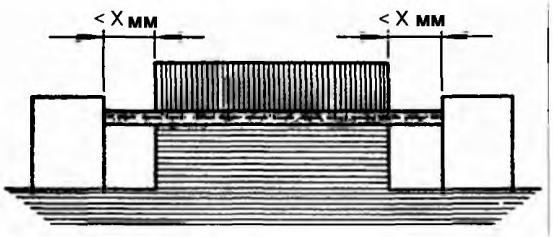
Пример 4



Условие: Расстояние утечки включает ребро.

Правило: Зазор – это кратчайшее расстояние по воздуху через вершину ребра. Расстояние утечки проходит по контуру ребра.

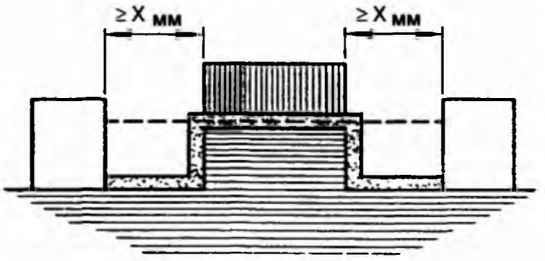
Пример 5



Условие: Расстояние утечки включает незацементированное соединение с канавками шириной менее X мм с каждой стороны.

Правило: Расстояние утечки и зазор являются видимыми расстояниями, как показано на рисунке.

Пример 6



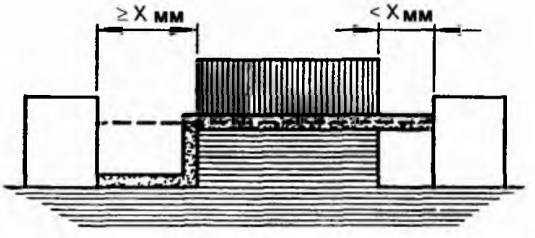
Условие: Расстояние утечки включает незацементированное соединение с канавками шириной, равной или превышающей X мм с каждой стороны.

Правило: Расстояние утечки и зазор являются видимыми расстояниями. Расстояние утечки проходит по контуру канавки.

- - - - - Зазор

Расстояние утечки

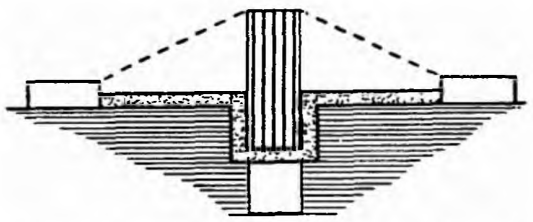
Пример 7



Условие: Расстояние утечки включает незацементированное соединение с канавкой с одной стороны шириной менее X мм и с канавкой с другой стороны шириной более или равной X мм.

Правило: Расстояние утечки и зазор должны быть соблюдены, как показано на рисунке.

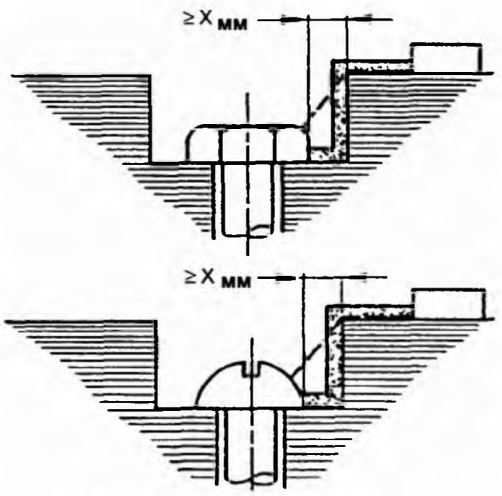
Пример 8



Условие: Расстояние утечки проходит через незацементированное соединение – это наименьшее расстояние утечки через барьер.

Правило: Зазор является кратчайшим расстоянием по воздуху через вершину барьера.

Пример 9



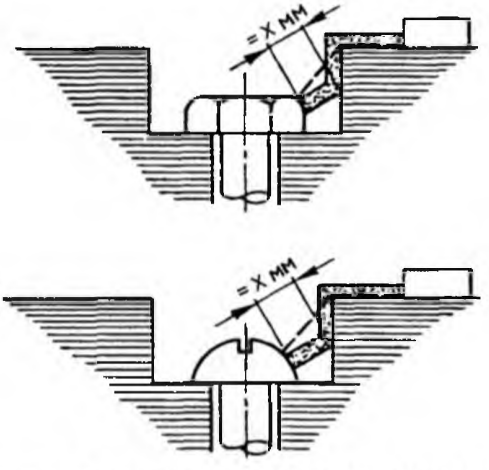
Условие: Щель между головкой винта и стеной выемки имеет достаточную ширину для принятия во внимание.

Правило: Расстояние утечки и зазор должны быть соблюдены, как показано на рисунке.

- - - - - Зазор

Расстояние утечки

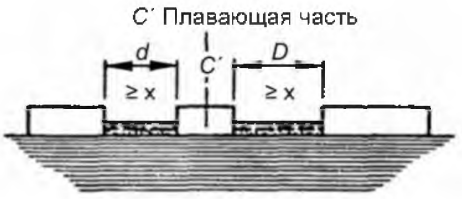
Пример 10



Условие: Щель между головкой винта и стенкой выемки слишком узкая, чтобы принимать ее во внимание.

Правило: Измерение расстояния утечки проводится от винта к стене, когда расстояние равно X мм.

Пример 11



Условие: Зазор равен расстоянию *d* + *D*.

Правило: Расстояние утечки также равно расстоянию *d* + *D*.

- - - - - Зазор

Расстояние утечки

Приложение G
(справочное)

Корреляция между номинальным напряжением систем питания и номинальным импульсным выдерживаемым напряжением оборудования*

ВВЕДЕНИЕ

Это приложение предназначено для предоставления необходимой информации относительно выбора оборудования для использования в цепи или в ее части.

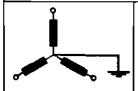
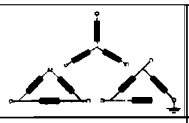
Таблица G.1 приводит примеры корреляции между номинальными напряжениями систем питания и соответствующим номинальным импульсным выдерживаемым напряжением оборудования.

Значения номинального импульсного выдерживаемого напряжения, приведенные в таблице G.1, основаны на рабочих характеристиках разрядников в соответствии с МЭК 60099-1.

Необходимо учитывать, что контроль перенапряжений относительно значений в таблице G.1 может достигаться при таких состояниях системы питания, как наличие соответствующего полного сопротивления или кабельного питания.

В случаях, когда контроль перенапряжений достигнут не с помощью разрядников, руководящие указания для корреляции между номинальным напряжением систем питания и номинальным импульсным выдерживаемым напряжением оборудования приведены в МЭК 60364-443.

Таблица G.1 – Корреляция между номинальным напряжением системы питания и номинальным импульсным выдерживаемым напряжением оборудования при наличии аппарата защиты от перенапряжения посредством разрядников, соответствующих МЭК 60099-1

Максимальное значение номинального эксплуатационного напряжения относительно земли, действующее значение переменного тока или постоянный ток, В	Номинальное напряжение системы питания (≤ номинального напряжения изоляции оборудования), В				Предпочтительные значения номинального импульсного выдерживаемого тока (1,2/50 мкс) на высоте 2000 м, кВ			
					Категория перенапряжения			
					IV	III	II	I
	Действующее значение переменного тока	Действующее значение переменного тока	Действующее значение переменного тока или постоянный ток	Действующее значение переменного тока или постоянного тока	Исходная установка (уровень служебного входа)	Уровень распределения цепи	Нагрузка (уровень прибора оборудования)	Специально защищенный уровень
50	–	–	12,5, 24, 25, 30, 42, 48		1,5	0,8	0,5	0,33
100	66/115	66	60	–	2,5	1,5	0,8	0,5
150	120/208 127/220	115, 120, 127	110, 120	220 – 110, 240 – 120	4	2,5	1,5	0,8
300	220/380, 230/400, 240/415, 260/440, 277/480	220, 230, 240, 260, 277	220	440 – 220	6	4	2,5	1,5
600	347/600, 380/660, 400/690, 415/720, 480/830	347, 380, 400, 415, 440, 480, 500, 577, 600	480	960 – 480	8	6	4	2,5
1000	–	660, 690, 720, 830, 1000	1000	–	12	8	6	4

* Приложение идентично приложению Н МЭК 60947-1.

Приложение Н
(справочное)

Электромагнитная совместимость (ЭМС)

Н.1 Общие положения

Это приложение применяется для электромагнитной совместимости к устройствам, включающим электронные цепи, которые не соответствуют 7.10.2

Подпункты, обозначенные в этом приложении, дополняются к тексту настоящего стандарта.

Н.2 Термины и определения

Н.2.11.1 порт: Специальный интерфейс установленной аппаратуры с внешней электромагнитной окружающей средой (см. рисунок Н.1).

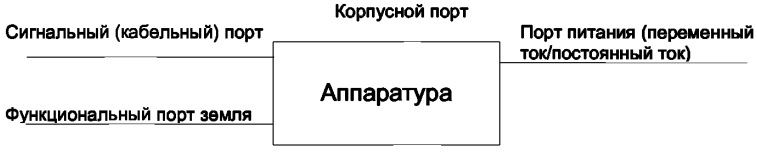


Рисунок Н.1 – Примеры портов

Н.2.11.2 корпусной порт: Физическая граница аппаратуры, посредством которой могут излучаться электромагнитные поля или с которой они могут сталкиваться.

Н.2.11.3 кабельный порт: Порт, в котором проводник или кабель присоединяются к аппаратуре.

Примечание – Примерами являются сигнальные порты, используемые для передачи данных.

Н.2.11.4 функциональный порт земля: Порт, отличающийся от сигнального порта, порта управления или питания, который предназначен для соединения с землей, но не с целью безопасности.

Н.2.11.5 сигнальный порт: Порт, по которому проводник или кабель переносит информацию для передачи данных и который соединен с аппаратурой.

Н.2.11.6 порт питания: Порт, по которому проводник или кабель переносит элементарную электрическую энергию, необходимую для работы (функционирования) аппаратуры или связанной с ней аппаратуры.

Н.8.2.8 Испытания на ЭМС

Функциональные блоки в пределах устройства, которые не выполняют требования 7.10.2 a) и b), должны подвергаться следующим испытаниям, если это применимо.

Испытания на устойчивость и эмиссию должны выполняться в соответствии со стандартами на ЭМС (см. таблицы Н.1, Н.2, Н.3 и Н.4); однако изготовитель может установить любые дополнительные измерения для проверки критерия выполнения устройства при необходимости (например, применением времени задержки срабатывания).

Н.8.2.8.1 Испытания на устойчивость

Н.8.2.8.1.1 Устройства, не включающие электронные цепи

Необходимости в испытаниях нет; см. 7.10.3.1.

Н.8.2.8.1.2 Устройства, включающие электронные цепи

Испытания должны проводиться в соответствии со средой А или В. Значения приведены в таблицах Н.3 и/или Н.4, исключая случаи, когда изготовителем электронных компонентов приведен и подтвержден другой уровень испытания.

Критерий выполнения должен быть установлен изготовителем устройств на основании приемочного критерия из таблицы Н.5.

Н.8.2.8.2 Испытания на эмиссию

Н.8.2.8.2.1 Устройства, не включающие электронные цепи

Необходимости в испытаниях нет; см. 7.10.4.1.

Н.8.2.8.2.2 Устройства, включающие электронные цепи

Изготовитель устройств должен установить используемые методы испытаний; см. 7.10.4.2.

Таблица Н.1 – Пределы эмиссии для среды А

Элемент	Диапазон частоты, МГц[a)]	Пределы	Ссылочный стандарт
Излучаемые эмиссии	30 – 230	30 дБ (мкВ/м) почти пик при 30 м[b)]	МЭК 61000-6-4 или СИСПР 11, класс А, группа 1
	230 – 1000	37 дБ (мкВ/м) почти пик при 30 м[b)]	
Поглощаемые эмиссии	0,15 – 0,5	79 дБ (мкВ/м) почти пик 66 дБ (мкВ/м) в среднем	
	0,5 – 5	73 дБ (мкВ/м) почти пик 60 дБ (мкВ/м) в среднем	
	5 – 30	73 дБ (мкВ/м) почти пик 60 дБ (мкВ/м) в среднем	
Примечание – Пределы, приведенные в этой таблице, скопированы из СИСПР 11 без изменений.			
[a)] Нижний предел применяется при частоте перехода. [b)] Может быть измерено на расстоянии 10 м в пределах, увеличенных на 10 дБ, или на расстоянии 3 м в пределах, увеличенных на 20 дБ.			

Таблица Н.2 – Пределы эмиссии для среды В

Элемент	Диапазон частоты, МГц[a)]	Пределы	Ссылочный стандарт
Излучаемые эмиссии	30 – 230	30 дБ (мкВ/м) почти пик при 10 м[b)]	МЭК 61000-6-3 или СИСПР 11, класс В, группа 1
	230 – 1000	37 дБ (мкВ/м) почти пик при 10 м[b)]	
Поглощаемые эмиссии	0,15 – 0,5 Пределы линейно уменьшаются по логарифму частоты	66 дБ (мкВ/м) – 56 (мкВ/м) почти пик 56 дБ (мкВ/м) – 46 (мкВ/м) в среднем	
	0,5 – 5	56 дБ (мкВ/м) почти пик 46 дБ (мкВ/м) в среднем	
	5 – 30	60 дБ (мкВ/м) почти пик 50 дБ (мкВ/м) в среднем	
Примечание – Пределы, приведенные в этой таблице, скопированы из СИСПР 11 без изменений.			
[a)] Нижний предел применяется при частоте перехода. [b)] Может быть измерено на расстоянии 3 м в пределах, увеличенных на 10 дБ.			

Таблица Н.3 – Испытания на устойчивость к ЭМС для среды А (см. Н.8.2.8.1)

Тип испытания	Требуемый уровень испытания	Критерий выполнения[c)]
Испытание на устойчивость к электростатическому разряду МЭК 61000-4-2	± 8 кВ/воздушный разряд или ± 4 кВ/контактный разряд	B
Испытание на устойчивость к излучаемому радиочастотному электромагнитному полю МЭК 61000-4-3 от 80 МГц до 1 ГГц и от 1,4 до 2 ГГц	10 В/м	A
Испытание на устойчивость к наносекундным импульсным помехам МЭК 61000-4-4	± 2 кВ на порты питания ± 1 кВ на сигнальные порты, включающие вспомогательные цепи	B
Испытание на устойчивость к микросекундным импульсным помехам 1,2/50 мкс и 8/20 мкс МЭК 6100-4-5[a)]	± 2 кВ (фаза – земля) ± 1 кВ (фаза – фаза)	B
Испытание на устойчивость к поглощаемой радиочастоте МЭК 61000-4-6 от 150 кГц до 80 МГц	10 В	A
Испытание на устойчивость к магнитным полям промышленной частоты МЭК 61000-4-8	30 А/м[b)]	A
Испытание на устойчивость к падениям напряжения и прерываниям МЭК 61000-4-11	30 % уменьшения за 0,5 цикла 60 % уменьшения за 5 и 50 циклов > 95 уменьшения за 250 циклов	B C C
Испытание на устойчивость к гармоникам питания МЭК 61000-4-13	Требований нет	

[a)] Для оборудования и/или входных/выходных портов номинальным напряжением постоянного тока 24 В или менее испытания не требуются.
[b)] Применимо только к аппаратуре, которая содержит устройства, восприимчивые к магнитным полям.
[c)] Критерий выполнения не зависит от окружающей среды. См. таблицу Н.5.

Таблица Н.4 – Испытания на устойчивость к ЭМС для среды В (см. Н.8.2.8.1)

Тип испытания	Требуемый уровень испытания	Критерий выполнения[c)]
Испытание на устойчивость к электростатическому разряду МЭК 61000-4-2	± 8 кВ/воздушный разряд или ± 4 кВ/контактный разряд	B
Испытание на устойчивость к излучаемому радиочастотному электромагнитному полю МЭК 61000-4-3 от 80 МГц до 1 ГГц и от 1,4 ГГц до 2 ГГц	3 В/м	A
Испытание на устойчивость к наносекундным импульсным помехам МЭК 61000-4-4	± 1 кВ на порты питания ± 0,5 кВ на сигнальные порты, включающие вспомогательные цепи	B
Испытание на устойчивость к микросекундным импульсным помехам 1,2/50 мкс и 8/20 мкс МЭК 6100-4-5[a)]	± 0,5 кВ (фаза – земля) исключение для входных портов питания сети, где прилагают ± 1 кВ (фаза – земля) ± 0,5 кВ (фаза – фаза)	B

Окончание таблицы Н.4

Тип испытания	Требуемый уровень испытания	Критерий выполнения[c]
Испытание на устойчивость к поглощаемой радиочастоте МЭК 61000-4-6 от 150 кГц до 80 МГц	3 В	A
Испытание на устойчивость к магнитным полям промышленной частоты МЭК 61000-4-8	3 А/м[b]	A
Испытание на устойчивость к падениям напряжения и прерываниям МЭК 61000-4-11[d]	30 % уменьшения за 0,5 цикла 60 % уменьшения за 5 и 50 циклов > 95 уменьшения за 250 циклов	B C C
Испытание на устойчивость к гармоникам питания МЭК 61000-4-13	Требований нет	

[a] Для оборудования и/или входных/выходных портов с номинальным напряжением постоянного тока 24 В или меньше испытания не требуются.
[b] Применимо только к аппаратуре, которая содержит устройства, восприимчивые к магнитным полям.
[c] Критерий выполнения не зависит от окружающей среды. См. таблицу Н.5.
[d] Применяется только к входным портам питания сети.

Таблица Н.5 – Приемочные критерии при наличии электромагнитных помех

Элемент	Приемочные критерии (критерии выполнения во время испытания)		
	A	B	C
Полное выполнение	Заметных изменений характеристик функционирования нет. Функционирование как назначено	Временное ухудшение или потеря выполнения, которое восстанавливается само	Временное ухудшение или потеря выполнения, которое требует вмешательства оператора или перезагрузку системы[a]
Функционирование цепей питания и вспомогательных цепей	Неправильной работы нет	Временное ухудшение или потеря выполнения, которое восстанавливается само[a]	Временное ухудшение или потеря выполнения, которое требует вмешательства оператора или перезагрузку системы[a]
Функционирование дисплеев и панелей управления	Никаких изменений не отображается в информации, выводимой на дисплей. Только незначительное легкое колебание яркости светодиодов или незначительное перемещение символов	Временно отображаемые изменения или потеря информации Нежелательное свечение светодиодов	Прекращение работы Постоянное пропадание дисплея или неверная информация. Недопустимый способ функционирования Нет самовосстановления
Обработка информации и функции распознавания	Нарушенная передача информации и обмен данными с внешними устройствами	Временно нарушенная передача информации с возможными отчетами об ошибках внешних и внутренних устройств	Ошибочная обработка информации Потеря данных и/или информации Ошибки в передаче информации Нет самовосстановления

[a] Специальные требования должны быть установлены в стандартах на изделие.

Библиография

Международный стандарт IEC 60050-195 (МЭК 60050-195)	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 195: Earthing and protection against electric shock (Международный электротехнический словарь (МЭС). Часть 195. Заземление и защита от поражения электрическим током)
Международный стандарт IEC 60050 (601) (МЭК 60050 (601)	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 601: Generation transmission and distribution of electricity – General (Международный электротехнический словарь (МЭС). Глава 601. Создание, передача и распределение электричества. Общие положения)
Международный стандарт IEC 60050 (826) (МЭК 60050 (826)	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 826: Electrical installations of building (Международный электротехнический словарь (МЭС). Глава 826. Электрические установки зданий)
Международный стандарт IEC 60364-5-537:1981 (МЭК 60364-5-537:1981)	Electrical installations of building – Part 5: Selection and erection of electrical equipment – Chapter 53: Switchgear and controlgear – Section 537: Devices for isolation and switching (Электрические установки зданий. Часть 5. Выбор и монтаж электрического оборудования. Глава 53. Коммутационное оборудование и оборудование управления. Раздел 537. Устройства для разъединения и переключения)
Международный стандарт IEC 61000-6-1:1997 (МЭК 61000-6-1:1997)	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-1: Generic standards – Immunity for residential, commercial and light-industrial environments (Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-1. Общие стандарты. Устойчивость для жилой, торговой окружающей среды и окружающей среды легкой промышленности)
Международный стандарт IEC 61000-6-2:1999 (МЭК 61000-6-2:1999)	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments (Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-2. Общие стандарты. Устойчивость для промышленной окружающей среды)

Ответственный за выпуск *В.Л. Гуревич*

Сдано в набор 04.04.2007. Подписано в печать 29.05.2007. Формат бумаги 60×84/8. Бумага офсетная.
Гарнитура Arial. Печать ризографическая. Усл. печ. л. 8,95 Уч.- изд. л. 5,51 Тираж экз. Заказ

Издатель и полиграфическое исполнение
НП РУП «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС)
Лицензия № 02330/0133084 от 30.04.2004.
220113, г. Минск, ул. Мележа, 3.

gost.e-ecolog.ru